

Návrh napájení průmyslových technologií

Design of power supply for industrial technologies

Bc. Vojtěch Hašek

Diplomová práce

doc. Ing. Lukáš Prokop, Ph.D.

Ostrava 2021

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval panu doc. Ing. Lukášovi Prokopovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi při tvorbě mé diplomové práce poskytl.

Abstrakt

Cílem diplomové práce je návrh napájení průmyslových technologií budovy CEETe. Rozvodna objektu bude obsahovat modulární rozváděč typu MNS iS firmy ABB s.r.o, který bude distribuovat elektrickou energii do dalších podpůrných rozváděčů v budově. V úvodu se práce zabývá obecnou teorií nízkonapěťových rozváděčů a popisem systému modulárního rozváděče MNS iS. Dále se práce zabývá výběrem jednotlivých modulů, výběrem funkčních přístrojů a konstrukčním návrhem rozváděče. Následující část se zabývá projektovou dokumentací a jejím obsahem. Závěr práce porovnává ceny přístrojů obsažené v rozváděči s přístroji jiných tuzemských výrobců nízkonapěťových rozváděčů.

Klíčová slova

CEETe, rozváděč nízkého napětí, ABB MNS iS, rozvodna NN, výsuvné moduly, jistič, stykač, jmenovitý proud

Abstract

The aim of the thesis is to design the power supply of industrial technologies of the CEETe building. The plant will contain a modular switchboard of the MNS iS type of the company ABB s.r.o., which will distribute electricity to other support switchboards in the building. In the introduction, the thesis deals with the general theory of low voltage switchboards and the description of the modular switchboard system MNS iS. The work also deals with the selection of individual modules, the selection of functional instruments and the design of the switchboard. The following section deals with project documentation and its structure. The conclusion of the work compares the prices of the devices contained in the switchboard with those of other domestic producers of low-voltage switchboards.

Key words

CEETe, low-voltage switchboard, ABB MNS iS, distribution plant NN, plug-ins, circuit breaker, contactor, main current

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk.....	- 7 -
Seznam obrázků	- 8 -
Seznam tabulek	- 9 -
Úvod	- 10 -
1 Centrum Energetických a Enviromentálních Technologí – Explorer (CEETe)	- 11 -
2 Rozváděče nízkého napětí	- 14 -
2.1 Rozváděče dle normy ČSN EN 61439–1 ed.2.....	- 14 -
2.1.1 Definice rozváděče nízkého napětí.....	- 14 -
2.1.2 Ověřování návrhu	- 14 -
2.1.3 Kusové ověřování	- 14 -
2.2 Označování rozváděčů dle normy ČSN EN 61439 – 1 ed.2.....	- 15 -
2.2.1 Štítek.....	- 15 -
2.2.2 Technická dokumentace.....	- 15 -
2.2.3 Identifikace zařízení a součástí.....	- 15 -
2.3 Základní elektrické charakteristiky	- 15 -
2.4 Provozní podmínky	- 17 -
3 Výrobci nízkonapěťových rozváděčů	- 18 -
3.1 EATON – xEnergy Main	- 18 -
3.2 Schneider Electric – Okken	- 19 -
3.3 Siemens – Sivacon 8PV	- 20 -
3.4 ABB NeoGear	- 21 -
4 Modulární rozváděč MNS iS.....	- 22 -
4.1 Konstrukční provedení.....	- 23 -
4.2 Systém přípojníc	- 24 -
4.3 Funkční oddíly a oddělovací prostory.....	- 25 -
4.3.1 Přívodní jednotka	- 26 -
4.3.2 Vývodní jednotka.....	- 26 -
4.3.3 Kabelové přihrádky.....	- 27 -
4.4 Přívodní jednotka a její řešení	- 27 -
4.5 Vývodní jednotka a její řešení	- 27 -
4.5.1 Multifunkční zeď.....	- 28 -
4.5.2 Výsuvné moduly	- 28 -
4.5.3 Pevné moduly.....	- 31 -
4.6 Řízení a ochrana.....	- 32 -

4.6.1	Řídící jednotka spouštěče MControl	- 32 -
4.6.2	Vstupní a výstupní rozhraní.....	- 33 -
4.6.3	Ochranné moduly	- 33 -
5	Rozvodna NN budovy CEETe.....	- 34 -
5.1	Obecný popis hlavního rozváděče NN.....	- 34 -
5.2	Základní parametry hlavního rozváděče	- 34 -
5.3	Blokové schéma napájení	- 34 -
6	Specifikace parametrů hlavního rozváděče	- 35 -
6.1	Specifikace velikostí výsuvných modulů.....	- 35 -
6.1.1	Seznam přívodů, vývodů a výběr velikosti modulu	- 36 -
7	Přístroje obsažené v přívodní skříni a výsuvných modulech	- 38 -
7.1	Přívodní pole.....	- 38 -
7.2	Vývodní pole	- 39 -
7.2.1	Výsuvné moduly	- 39 -
7.3	Rozložení rozváděče	- 40 -
7.4	Použité přístroje	- 42 -
7.4.1	Hlavní jističe rozváděče	- 42 -
7.4.2	Vzduchové jističe SACE Emax 2	- 44 -
7.4.3	Kompaktní jističe SACE Tmax XT	- 46 -
7.4.4	Stykače pro spínání výkonů	- 49 -
8	Projektová dokumentace.....	- 50 -
8.1	Stupně projektové dokumentace	- 50 -
8.2	Obsah projektové dokumentace	- 51 -
8.3	Technická zpráva	- 51 -
8.3.1	Výkresová část.....	- 52 -
8.3.2	Výpočty.....	- 52 -
8.4	Dokumentace stavby (objektů)	- 52 -
8.4.1	Pozemní stavební objekty	- 52 -
9	Ekonomická analýza.....	- 53 -
10	Závěr	- 57 -
	Seznam použité literatury	- 58 -
	Seznam příloh:.....	- 60 -

Seznam použitých symbolů a zkratek

Symbol		Význam symbolu
AC		Střídavá síť
ACB		Vzduchový jistič
CEETe		Centrum Energetických a Enviromentálních Technologí
DC		Stejnoseměrná síť
DPH		Daň z přidané hodnoty
I	(A)	Proud
I_{cc}	(A)	Jmenovitý podmíněný zkratový proud
I_{cs}	(A)	Jmenovitý zkratový vypínací proud
I_{cu}	(A)	Jmenovitá zkratová vypínací schopnost
I_{cw}	(A)	Jmenovitý krátkodobý zkratový proud
I_e	(A)	Jmenovitý proud přípojnice
IEC		Mezinárodní elektrotechnická komise
IET		Institut enviromentálních technologií
I_n	(A)	Jmenovitý proud
I_{nA}	(A)	Jmenovitý proud rozváděče
I_{nC}	(A)	Jmenovitý proud obvodu
IP		Stupeň krytí
I_{pk}	(A)	Jmenovitý dynamický proud
MCCB		Kompaktní jistič
MPO		Ministerstvo průmyslu a obchodu
NN		Nízké napětí
P	(W)	Příkon
SIC		Smart Innovation Center
U	(V)	Napětí
U_e	(V)	Jmenovité pracovní napětí
U_i	(V)	Jmenovité izolační napětí
U_{imp}	(V)	Jmenovité impulsní výdržné napětí
U_n	(V)	Jmenovité napětí
VN		Vysoké napětí
VŠB-TUO		Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
$\cos\phi$	(-)	Účinník

Seznam obrázků

Obr. 1 - Vizualizace budovy CEETe [1] [2].....	- 11 -
Obr. 2 - Koordinační situační výkres	- 13 -
Obr. 3 - Štítek rozváděče [9]	- 15 -
Obr. 4 - Eaton xEnergy Main [6]	- 18 -
Obr. 5 - Schneider Electric Okken [7]	- 19 -
Obr. 6 - Siemens Sivacon 8PV [8].....	- 20 -
Obr. 7 - ABB NeoGear a sběrníková deska.....	- 21 -
Obr. 8 - Modulární systém MNS iS [5]	- 22 -
Obr. 9 - Rámová konstrukce a skříň MNS [5].....	- 23 -
Obr. 10 - Hlavní systém přípojníc [5]	- 24 -
Obr. 11 - Funkční oddíly (přívodní a vývodní jednotka) [5].....	- 25 -
Obr. 12 - Výstupní jednotka s ovládacími kabely (levá strana) a napájecí kabely (pravá strana) [5]-	- 26 -
Obr. 13 - Kabelové přihrádky pro ovládací kabely (vlevo) a napájecí kabely (vpravo) [5]	- 27 -
Obr. 14 - Multifunkční zeď [5].....	- 28 -
Obr. 15 - Popis poloh ovládací páky [5].....	- 29 -
Obr. 16 - Výkonový kontakt výsuvného modulu a distribuční lišty [5]	- 29 -
Obr. 17 - Velikosti výsuvných modulů [5]	- 30 -
Obr. 18 - Výsuvné moduly (6E/4, 6E/2 a 6E) [5]	- 30 -
Obr. 19 - Pevný modul [5].....	- 31 -
Obr. 20 - Senzory umístěné na výstupní lince výsuvného modulu [5]	- 32 -
Obr. 21 - Řídící jednotka spouštěče motoru MControl [5].....	- 32 -
Obr. 22 - Graf úrovně alarmu a úrovně vypnutí [5].....	- 33 -
Obr. 23 - Schéma zapojení výsuvného modulu pro distribuci energie pojistkový (vlevo), výkonový jistič (vpravo) [5]	- 40 -
Obr. 24 - Přední část rozváděče MNS iS	- 41 -
Obr. 25 - Zadní část rozváděče MNS iS.....	- 41 -
Obr. 26 - Jednotka ochrany Ekip Touch LSIG [14].....	- 43 -
Obr. 27 - Modul Measuring Pro pro modul Ekip Touch [14].....	- 44 -
Obr. 28 - Jistič Emax 2 E1.2N 1250 [14].....	- 44 -
Obr. 29 - Jistič Emax 2 E1.2N 630 [14].....	- 45 -
Obr. 30 - Umístění jističe ve skříni [14].....	- 46 -
Obr. 31 - Kompaktní jistič XT2H 160 [15]	- 47 -
Obr. 32 - Kompaktní jistič XT2H 160 TMA 80 [15].....	- 47 -
Obr. 33 - Kompaktní jistič XT4H 250 [15]	- 48 -
Obr. 34 - Kompaktní jistič T5H 400 [15]	- 48 -
Obr. 35 - Stykače řady AF [16].....	- 49 -

Seznam tabulek

Tab. 1 - Maximální proudové zatížení výsuvných modulů.....	- 35 -
Tab. 2.1 - Seznam přívodů a vývodu rozvodny a výběr velikosti modulů	- 36 -
Tab. 2.2 - Seznam přívodů a vývodu rozvodny a výběr velikosti modulů	- 37 -
Tab. 3 - Velikost přívodního pole	- 38 -
Tab. 4 - Velikost vývodních polí	- 39 -
Tab. 5 - Parametry jističe E1.2N 1250 [14].....	- 44 -
Tab. 6 - Parametry jističe E1.2N 630 [14].....	- 45 -
Tab. 7 - Izolační vzdálenosti [14]	- 46 -
Tab. 8 - Parametry jističe XT2H 160 [15].....	- 47 -
Tab. 9 - Parametry jističe XT2H 160 TMA 80 [15]	- 47 -
Tab. 10 - Parametry jističe XT4H 250 [15].....	- 48 -
Tab. 11 - Parametry jističe T5H 400 [15].....	- 48 -
Tab. 12 - Výběr typu stykače [16].....	- 49 -
Tab. 13 - Cena vzduchových jističů ABB s.r.o.....	- 53 -
Tab. 14 - Cena modulárních jističů ABB s.r.o.....	- 53 -
Tab. 15 - Cena stykačů ABB s.r.o.	- 53 -
Tab. 16 - Cena jističů Siemens s.r.o.	- 54 -
Tab. 17 - Cena jističů EATON s.r.o.	- 54 -
Tab. 18 - Cena jističů Schneider Electric	- 54 -
Tab. 19 - Cena stykačů Siemens s.r.o.....	- 55 -
Tab. 20 - Cena stykačů EATON s.r.o.	- 55 -
Tab. 21 - Cena stykačů Schneider Electric	- 55 -
Tab. 22 - Celková cena přístrojů	- 55 -

Úvod

V průběhu let 2021 až 2023 vznikne na území kampusu VŠB-TUO nové výzkumné Centrum Energetických a Enviromentálních Technologií (CEETe), které bude prezentovat možnosti moderních metod pro přeměnu odpadů za jiné užitečné formy energie. Nové centrum se bude převážně zabývat vodíkem a jeho možným využitím v energetice.

Výzkumné centrum bude obsahovat mnoho technologií a zařízení. Základem pro jištění a řízení celého objektu bude nízkonapěťový rozváděč, který bude sloužit pro rozvod elektrické energie do dalších podpůrných rozváděčů a technologií v budově. Cílem této diplomové práce je návrh nízkonapěťového rozváděče umožňující splňovat požadavky pro napájení. Rozvodna bude obsahovat modulární rozváděč firmy ABB s.r.o., konkrétně provedení typu MNS iS, který umožňuje rychlou komunikaci s obsluhou pomocí integrovaných inteligentních snímačů pro měření proudu, napětí, teploty a dalších veličin. Rozváděč je díky svým moderním technologiím téměř bezúdržbový a spolehlivý. Celý popis modulárního rozváděče MNS iS je popsán v samostatné kapitole.

Návrh rozváděče bude vycházet ze zadaných parametrů velikosti rozvodny a přiloženého blokového schématu objektu. Rozváděč bude vybaven nejmodernější technologií přístrojů společnosti ABB s.r.o., která je v současné době dostupná na trhu. Jedná se především o vzduchové jističe (ACB), kompaktní jističe (MCCB) a moderní stykače pro spínání výkonů. Tyto komponenty budou obsaženy ve vhodně vybraných výsuvných modulech a umístěny ve skříní rozváděče.

V závěru práce se porovnávají ceny přístrojů pro hlavní rozváděč s přístroji jiných výrobců modulárních nízkonapěťových rozváděčů. Všechny vybrané přístroje musejí být stejných nebo podobných parametrů, tak aby byly funkčně použity nebo nahrazeny v hlavním rozváděči.

1 Centrum Energetických a Enviromentálních Technologii – Explorer (CEETe)

Budova CEETe bude unikátní a jedinečné výzkumné centrum. Bude prezentovat moderní metody pro přeměnu odpadů a jiných alternativních paliv na užitečné formy energie. Jedním z hlavních produktů, který vznikne transformací energií, bude vodík. Projekt bude poutavou formou ukazovat, kam by se měla ubírat moderní vyspělá budoucnost, vnímající zodpovědnost nejen za aktuální, ale především budoucí stav životního prostředí. [1]

Jedním z hlavních úkolů centra bude zkoumání využití různých zdrojů vodíku jako bezemisního zdroje energie. CEETe vznikne mezi lety 2021 a 2023, jeho výstavba přijde na 270 milionů korun. Moravskoslezský kraj na centrum přispěje 7 milionů. Společnost Smart Inovation Centrum SIC bude výstavbu budovy financovat 40 miliónů korun. Největší část nákladů je pak hrazena z dotace MPO ve výši téměř 200 milionů korun. [2]



Obr. 1 - Vizualizace budovy CEETe [1] [2]

Účel objektu

Objekt bude sloužit k výzkumným účelům. Jedná se o unikátní stavbu pro vzdělávání středních a vysokých škol všech zaměření. Svým účelem vhodně doplňuje areál Vysoké školy báňské. Budova se bude nacházet mezi oploceným areálem mateřské školy a pavilonem IET, které jsou součástí kampusu. Pozemek, na kterém se budova postaví není nijak využit, je zatravněn a svou výškou bude převyšén přibližně o 2 metry nad komunikací pavilonu IET. Příčná strana objektu bude orientována rovnoběžně k areálové komunikaci na jižní straně pozemku. Objekt bude řešen předsazenou studenou fasádou, tvořenou fotovoltaickými panely. Panely budou umístěny na všech stranách, vyjma severovýchodní strany, kde je navržena zelená stěna s intenzivní zelení. Tato strana bude doplněna o světící logo budovy CEETe. [20]

Kapacita budovy

Bude se jednat o čtyřpodlažní nepodsklepenou budovu s nepravidelným tvarem půdorysu s rozměry 57,6 x 18,8 metrů, z toho v zadní části budovy se zkráceným modulem o rozměrech 2,6 x 29,3 metrů. Výška budovy je navržena na +15,3 metrů. [20]

Zastavěná plocha objektu: **1 023,50 m²**

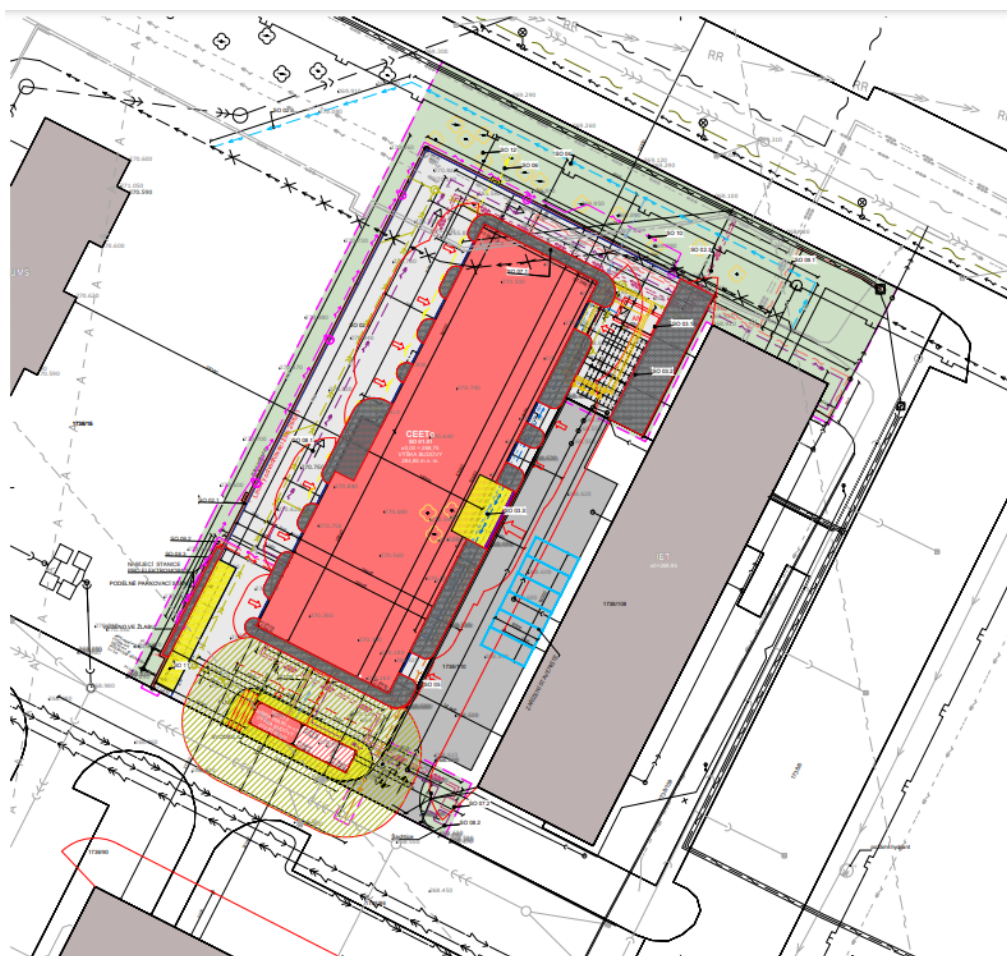
Obestavěný prostor objektu:

Základy	1 044,7 m ³
1. NP	3 617,4 m ³
2. NP	3 451,8 m ³
3. NP	3 146,2 m ³
4. NP	883,6 m ³
5. NP	76,4 m ³
Ostatní	349,95 m ³

Obestavěný prostor objektu celkem: **12 570 m³**

Napájení budovy

Elektrická energie je do objektu přivedena přípojkou VN z areálového rozvodu VN VŠB-TUO. Hlavní rozváděč nízkého napětí umístěný v místnosti číslo 109 bude napájen z transformátoru (630 kVA, 22/0,4 kV). Z hlavního rozváděče budou napájeny samostatnými přívody všechny podružné rozváděče v jednotlivých podlažích objektu a vybraná výzkumná a technologická zařízení o příkonech větších hodnot. Hlavní rozváděč bude sloužit pro připojení lokálních zdrojů elektrické energie, jako jsou fotovoltaické elektrárny, přívod z palivových článků a kogenerační jednotky. Jelikož se jedná o složitě koncipovanou budovu s mnoha rozváděči řídicí místnosti jako kanceláře, učebny, technologie a zařízení, bylo nutno zvolit bezpečnou a flexibilní verzi rozváděče, který bude schopen rozvádět elektrickou energii s velkou spolehlivostí a možností manipulace bez nutné odstávky. Proto byl vybrán modulární rozváděčový systém nízkého napětí ABB MNS iS, který všechny tyto podmínky splňuje. [20]



Obr. 2 - Koordinační situační výkres

2 Rozváděče nízkého napětí

Rozváděče jsou rozvodná zařízení obsahující elektrická zařízení pro jištění, měření a ovládání elektrických obvodů. Do rozváděče vstupuje vždy napájecí kabel a vystupují z něj kabely pro napájení spotřebičů, světelných a zásuvkových obvodů.

Rozváděčem nízkého napětí se myslí takové zařízení, které pracuje pod napětím do 1000 V střídavého proudu, nebo do 1500 V proudu stejnosměrného. Provedení z hlediska funkce a konstrukce je definováno normou ČSN EN 61439-1 ed.2, která zahrnuje informace o tepelné stabilitě, ochraně před úrazem elektrickým proudem, zkratové odolnosti a mechanické funkci.

Systémem rozváděče se myslí všechny elektrické a mechanické součásti, které musí být seskládány dle pokynů výrobce, výsledkem je pak rozváděč. Rozváděč obsahuje funkční a přívodní jednotku do které spadají veškeré elektrické a mechanické prvky, spínací přístroje a přívody elektrické energie do rozváděče. Výstupní jednotka slouží pro napájení výstupních obvodů. [3]

Hlavní obvod obsahuje všechny obvody pro přenos elektrické energie. Pomocné obvody slouží pro ovládání, regulaci a signalizaci. Přípojnice slouží pro připojení elektrických obvodů, většinou jsou to měděné vodiče a dělí se na hlavní a distribuční. Hlavní přípojnice slouží k připojení jiných distribučních přípojníc nebo k připojení přívodních a vývodních jednotek. [3]

2.1 Rozváděče dle normy ČSN EN 61439–1 ed.2

2.1.1 Definice rozváděče nízkého napětí

Soubor jednoho nebo více spínaných prvků a přístrojů nízkého napětí fungujících s řídicím, signalizačním, měřicím a ochranným zařízením. Za výrobu a seskládání rozváděče je zodpovědný výrobce. Výrobce také zodpovídá za veškeré vnitřní spoje, mechanické a konstrukční části. [3]

2.1.2 Ověřování návrhu

Ověřování návrhu nebo také typové zkoušky jsou prováděny na vzorku rozváděče nebo na určitých částech rozváděče. Musí se prokázat, že návrh splňuje veškeré požadavky příslušné normy. To se provádí výpočtem, zkoušením a hodnocením. Poté se ověřují funkční charakteristiky a konstrukce rozváděče. Funkční charakteristiky zahrnují ověření oteplení (lze i výpočtem), zkratovou odolnost (do 10 a 17 kA není potřeba), mechanickou činnost (ověřování funkce, blokování) a dielektrické vlastnosti (výdržné napětí průmyslového napětí a impulzní výdržné napětí). [3]


2.1.3 Kusové ověřování

Kusové ověřování, nebo také kusové zkoušky rozváděče, prováděné během výroby nebo po vyrobení se potvrzují splněním požadavků příslušné normy. Cílem je odhalit vady materiálu. Dielektrická zkouška se provádí tak, že se přiloží přibližně 50 % zkušebního napětí a plynule se zvyšuje a udržuje po dobu 5 vteřin. Během tohoto procesu nesmí dojít k žádnému neúmyslnému výboji. [3]

2.2 Označování rozváděčů dle normy ČSN EN 61439 – 1 ed.2

2.2.1 Štítek

Štítek obsahuje označení výrobce nebo ochrannou známku. Dále typové označení, výrobní číslo nebo jiné údaje pro identifikaci a určení data výroby. Nezbytnou informací je vepsání norem, podle kterých byl rozváděč vyroben. [3]

Výrobce:	Aleš Novák Elektroinstalace Lesní 12, 269 01 Rakovník		
Typ:	EZ-BR-3SL-25-230-12		
Výrobní číslo:	654321	I_{nA}	40 A
Datum výroby:	04/2015	IP	IP40
Dle norem:	ČSN EN 61439-1 ed. 2, ČSN EN 61439-3		

Obr. 3 - Štítek rozváděče [9]

2.2.2 Technická dokumentace

Dokumentace by měla obsahovat důležité informace týkající se rozváděče. Dále do ní patří pokyny pro manipulaci, instalaci a provoz, včetně seznamu údržby a její četnosti. Hlavní část obsahuje schéma zapojení a schéma uspořádání přístrojů uvnitř rozváděče. [3]

2.2.3 Identifikace zařízení a součástí

Veškeré přístroje a prvky v rozváděči musí být popsány tak, aby mohly být jednoduše identifikovány. Toto se týká také celých obvodů, například použití štítků na kabelech a vodičích. [3]

2.3 Základní elektrické charakteristiky

Jmenovité napětí U_n – Nejvyšší dovolená hodnota napětí elektrického zařízení, ke které se připojuje hlavní obvod. U obvodů vícefázových se udává hodnota mezi fázemi. [4]

Jmenovité pracovní napětí U_e – Hodnota napětí rozváděče, která s jmenovitým proudem obvodu určuje jeho použití. Tato hodnota nesmí být nižší než jmenovité napětí soustavy. [4]

Jmenovité izolační napětí U_i – Hodnota napětí obvodu, ke kterému se vztahují dielektrická zkušební napětí. Maximální jmenovité pracovní napětí nesmí překročit jmenovité izolační napětí kteréhokoliv obvodu v rozváděči. [4]

Jmenovité impulsní výdržné napětí U_{imp} – Špičková hodnota impulsního napětí, který je obvod schopen za předem určených podmínek vydržet bez poruchy a ke kterému se vztahují hodnoty vzdušných vzdáleností. Jmenovité impulsní výdržné napětí obvodu rozváděče se musí rovnat nebo být větší než hodnoty pro přechodná přepětí v soustavě, ve které je rozváděč umístěn. [4]

Jmenovitý proud I_{nA} – Proud, který je stanoven výrobcem, berou se v potaz jmenovité hodnoty součástí elektrického zařízení v rozváděči a jejich použití. Tento proud musí být přenášen a oteplení jednotlivých částí nesmí překročit stanovené meze. [4]

Jmenovitý proud obvodu I_{nC} – Proud, který je stanoven pro každý obvod v rozváděči, například za ochranným přístrojem, nebo obvod vedený přes rozváděč do jiného rozváděče případně stroje. [4]

Jmenovitý krátkodobý proud I_{cw} – Efektivní hodnota krátkodobého proudu přiřazena tomuto obvodu výrobcem, kterou je obvod schopen vést bez poškození při zkoušení. Pokud není stanoveno jinak, je tato hodnota rovna 1 sekundě. Je-li doba kratší než 1 sekunda, musí se uvést jak jmenovitý krátkodobý proud, tak i čas (např. 20kA, 0,2 s). [4]

Jmenovitý dynamický proud I_{pk} – Hodnota špičkového proudu přiřazena obvodu výrobcem, kterou může obvod vydržet za zkušebních podmínek. [4]

Jmenovitý podmíněný zkratový proud I_{cc} – Hodnota předpokládaného zkratového proudu určena výrobcem, kterou určený obvod chráněný přístrojem pro ochranu proti zkratu, může spolehlivě snést po dobu funkce tohoto přístroje za zkušebních podmínek. [4]

Součinitel soudobosti – Poměr největšího součtu předpokládaných proudů všech hlavních obvodů k součtu jmenovitých proudů všech hlavních obvodů rozváděče nebo jeho zvolené části. Je-li součinitel soudobosti určen výrobcem, musí se použít pro zkoušku oteplení. [4]

Jmenovitý kmitočet – Hodnota kmitočtu, která charakterizuje rozváděč a na kterou se vztahují pracovní podmínky. Pokud jsou v rozváděči různé hodnoty kmitočtu musí být uveden jmenovitý kmitočet každého obvodu. [4]

2.4 Provozní podmínky

Rozváděče vyráběné a zkoušené dle ČSN EN 61439-1 se využívají v normálních podmínkách na místech přístupných veřejnosti nebo pro venkovní instalaci. Provozní podmínky pro rozváděče tedy jsou:

Stupeň znečištění – Závisí na podmínkách prostředí, ve kterém se bude rozváděč nacházet. Tyto stupně jsou celkem čtyři:

- **Stupeň 1:** Nevyskytuje se žádné nebo jen suché a nevodivé znečištění. Znečištění prvního stupně nemá vůbec žádný vliv.
- **Stupeň 2:** Vyskytuje se pouze nevodivé znečištění, bere se ohled na dočasnou vodivost způsobenou kondenzací.
- **Stupeň 3:** Vyskytuje se vodivé nebo suché znečištění. Nevodivé znečištění může přejít ve vodivé znečištění vlivem kondenzace.
- **Stupeň 4:** Trvalá vodivost způsobená vlivem vlhka, deště nebo vodivého prachu. Tento stupeň neplatí pro mikroprostředí uvnitř rozváděče. [3]

Podmínky vlhkosti – Podmínky, které závisí na tom, jestli je instalace rozváděče vnější nebo vnitřní. Při vnější venkovní instalaci při teplotě +25 °C může relativní vlhkost dosáhnout až 100 %. Pro vnitřní instalaci při teplotě maximálně 40 °C vlhkost nepřekračuje 50 %. Pokud se zmenšuje teplota prostředí musí se počítat s možným vznikem kondenzace. [3]

Teplota okolního vzduchu – Rozlišují se podmínky teploty okolního vzduchu pro venkovní a vnitřní instalace. Venkovní instalace má horní mez teploty + 40 °C a dolní -25 °C. Vnitřní instalace má horní mez stejnou jako venkovní instalace, v průměru však nesmí překročit +35 °C. Dolní mez vnitřní instalace je -33 °C. [3]

Zvláštní provozní podmínky – Uživatel je povinen informovat výrobce o výskytu zvláštních provozních podmínek. Následně je nutná dohoda mezi výrobcem a uživatelem. [3]

3 Výrobci nízkonapěťových rozváděčů

Výrobci nízkonapěťových rozváděčů je několik. Tato kapitola ve stručnosti přiblíží ty největší a nejznámější firmy, kteří se tímto tématem zabývají. Popíšeme jejich hlavní parametry a funkce, které jednotlivé rozváděče firem nabízejí.

3.1 EATON – xEnergy Main

Rozváděčový systém nízkého napětí společnosti EATON s.r.o. je typově ověřený systém dle platné normy ČSN EN 61439-2. Rozváděče nabízejí pro rozvod elektrické energie a ovládání motorů v pevném, výsuvném i odnímatelném provedení. Pole systému lze přizpůsobovat a kombinovat v libovolné aplikaci v komerčním i průmyslovém sektoru. Plně výsuvné provedení systému umožňuje maximální bezpečnost a rychlou údržbu. K dispozici je teplotní diagnostika, která pomáhá předcházet vzniku poruch a celkově zvyšuje spolehlivost systému. Vnitřní systém ARCON, dostupný pro nejnáročnější aplikace zajišťuje provozuschopnost a bezpečnost i v případě vzniku nebezpečného vnitřního obloukového zkratu. Systém xEnergy Main je testován na odolnost vůči zemětřesení. [6]



Obr. 4 - EATON xEnergy Main [6]

Technická data:

- Jmenovitý proud přípojnice I_e až do 5500 A
- Stupeň krytí IP31 nebo IP55
- Krátkodobý výdržný proud I_{cw} až 100 kA (1s)
- Špičkový výdržný proud přípojnice I_{pk} až 220 kA
- Jmenovité izolační napětí $U_i = 1000$ V
- Jmenovité napětí $U_e = 690$ V AC
- Jmenovité impulzní výdržné napětí U_{imp} až 12 kV
- Jmenovitá frekvence 40–60 Hz
- Šířka 425–1350 mm, výška 2000 mm (100 nebo 200 sokl) a hloubka 400-1000 mm
- Sítě TN-C, TN-C-S, TN-S, TT, IT

3.2 Schneider Electric – Okken

Design Okken je postaven na robustní a typově testované architektuře. Jedná se o jednoduché a modulární řešení, které lze snadno zvolit. Dle výrobce je intuitivní, nákladově efektivní a snadno se instaluje a upgraduje. Rozváděče jsou testovány dle platné normy IEC 61439-1/-2 a potvrzují vysokou úroveň elektrické energie, bezpečnost instalace a provozu. Modularita s celkovou izolací je bezpečnost integrována do každého rozváděče počínaje koncepcí, přes návrh, instalaci a provoz. Všechny komponenty a zařízení jsou navrženy firmou Schneider Electric. Flexibilní výsuvný design slouží nejvíce potřebám pro náročné aplikace řízení motorů a distribuce energie. Okken systém nabízí také integraci inteligentního řídicího centra výkonu a motoru. Je to chytré řešení pro prevenci chyb, ochrany a umožňuje automatický restart v nepřetržitých a kritických procesech. [7]



Obr. 5 - Schneider Electric Okken [7]

Technická data:

- Jmenovitý proud přípojnice I_e až 7300 A
- Stupeň krytí IP20, IP31, IP41, IP54
- Krátkodobý výdržný proud I_{cw} až 150 kA (1s)
- Špičkový výdržný proud přípojnice I_{pk} až 330 kA
- Jmenovité izolační napětí $U_i = 1000$ V
- Jmenovité napětí $U_e = 690$ V AC
- Jmenovitá frekvence 50/60 Hz
- Šířka 250–1150 mm, výška 2000 mm a hloubka 400–600 mm
- Výška výsuvných modulů od 100 mm do 600 mm v provedení plné nebo poloviční šířky
- Sítě TT, IT, TN-S, TN-C

3.3 Siemens – Sivacon 8PV

Systém Sivacon 8PV je typově testována kombinace rozváděčů, používána v řadách aplikací jako jsou rozvody energie a chemický průmysl. Mechanická konstrukce napájecích i vývodních polí umožňuje rychle vyjmout a vyměnit kterýkoliv poškozený přístroj bez nutnosti odstávky nebo vypnutí rozváděče a tím snížit případné ztráty vzniklé přerušením dodávky elektrické energie. Rozváděče jsou testovány dle platné normy IEC 61439-1 a jsou také testovány proti zemětřesení. Všechny rozváděče lze jednoduše připojit k novým systémům přípojníc Sivacon 8PS pomocí připojovacích adaptérů. Rozváděče lze konstruovat v pevném i výsuvném provedení, kde jsou „šuplíky“ vybaveny silovými a ovládacími konektory, díky kterým lze zařízení připojit bez nutnosti speciálních nástrojů. [8]



Obr. 6 - Siemens Sivacon 8PV [8]

Technická data:

- Jmenovitý proud přípojnice I_e až 6300 A
- Krátkodobý výdržný proud I_{cw} až 100 kA (1s)
- Špičkový výdržný proud přípojnice I_{pk} až 250 kA
- Jmenovité izolační napětí $U_i = 1000$ V
- Jmenovité napětí $U_e = 690$ V AC
- Jmenovitá frekvence 50/60 Hz
- Šířka 400–1200 mm, výška 2200 mm a hloubka 600-1200 mm
- Provedení výsuvných modulů ve velikostech 1/4, 1/2 a 1
- Sítě TT, IT, TN-S, TN-C
- Stupeň krytí IP20, IP31, IP41, IP54

3.4 ABB NeoGear

Novinkou mezi nízkonapěťovými rozváděči je systém NeoGear. Tyto rozváděče obsahují nový typ přípojnicových sběrnic v podobě laminované desky s vysoce kvalitními kontakty. Tato deska nahrazuje tradiční horizontální a vertikální systémy přípojníc. Tento design přináší větší bezpečnost a provozní spolehlivost. Deska je plně izolovaná a chrání moduly před zapálením elektrického oblouku. Funkcí laminované sběrnice je distribuovat proud uvnitř rozváděče pro spínací zařízení bezpečným a účinným způsobem. Tato deska je vyrobena měděnou fází plně oddělenou pevným izolačním materiálem (polymer vyztužený skleněnými vlákny), bezhalogenovým, nehořlavým a samozhášecím. Deska je opatřena postříbřenými kontaktními kolíky umožňující přímé připojení funkčních modulů na sběrnici. Kolíky nepotřebují údržbu a jedna sada pinů je dimenzovaná až na 400 A. Uvnitř rozváděče jsou laminované desky spojeny pomocí kloubové desky. Stejně jako sběrnice je kloub plně izolován. Celý koncept je vyroben v souladu s normou IEC 61439-1/-2. [19]



Obr. 7 - ABB NeoGear a sběrnice

Technická data:

- Jmenovitý proud přípojnice I_e až 3200 A
- Stupeň krytí IP20, IP31, IP41, IP54
- Krátkodobý výdržný proud I_{cw} až 80 kA (1s)
- Špičkový výdržný proud přípojnice I_{pk} až 176 kA
- Jmenovité izolační napětí $U_i = 1000$ V
- Jmenovité napětí $U_e = 690$ V AC
- Jmenovitá frekvence 50 Hz
- Šířka 300–1000 mm, výška 2300 mm a hloubka 600 mm
- Sítě TT, IT, TN-S, TN-C

4 Modulární rozváděč MNS iS

Sestava nízkonapěťových rozváděčů a řídicích systémů řady MNS iS firmy ABB s.r.o. je určena pro distribuci elektrické energie a řízení motorů. Konstrukce rozváděčů MNS iS je v souladu s normami IEC 61439-1/-2 a IEC 61641. Konstrukční provedení zahrnuje úplné oddělení pro napájecí a řídicí kabely, ke kterým lze nezávisle přistupovat. Sestava obsahuje vyjímatelné jednotky, které jsou vybaveny technologií obsahující inteligentní snímače pro měření proudu, napětí a teploty kontaktů. Inovace oproti staršímu systému MNS 3.0 je ta, že řídicí a ochranné komponenty jsou instalovány odděleně od elektrických obvodů. Jsou připojeny k datovému koncentrátu, který shromažďuje informace o rozváděči a spouštěči/napáječi. Následně může informovat pracovníka obsluhy v reálném čase. Takto lze předejít k nežádoucím stavům během provozu a udržovat tak systém v bezporuchovém chodu. [5]



Obr. 8 - Modulární systém MNS iS [5]

Hlavní výhody systému MNS iS jsou: [5]

- Vysoká bezpečnost pro ochranu výrobního závodu a pracovníků
- Odolnost vůči zemětřesením, vibracím a rázům
- Bezúdržbová rámová konstrukce a přípojnice
- Snadná montáž bez potřeby speciálních nástrojů
- Flexibilita a přizpůsobitelná velikost (nízká prostorová náročnost), spolehlivost
- Rychlá a snadná údržba
- Sledování stavu rozváděče v reálném čase pro podporu a obsluhu
- Jednoduché komunikační a uživatelské rozhraní pro snadnou integraci a ovládaní

4.1 Konstrukční provedení

Modulární systém MNS iS je řešení nízkonapěťových spínacích zařízení firmy ABB s.r.o., které využívá již osvědčené konstrukční aspekty typu MNS. Proto veškeré aspekty pro MNS jsou plně použitelné pro MNS iS. [5]

Základním prvkem tohoto systému rozváděčů je rámová konstrukce. Využívají se profily typu „C“ vyrobené z tvrzené oceli s roztečí otvorů 25 mm dle DIN 43660. Rozteč 25 mm je shodná s rozměrem 1E, což je velikost k definování využití oblasti v rozváděči. Všechny profily jsou galvanicky chráněny proti korozi (Zn nebo Al). [5]



Obr. 9 - Rámová konstrukce a skříň MNS [5]

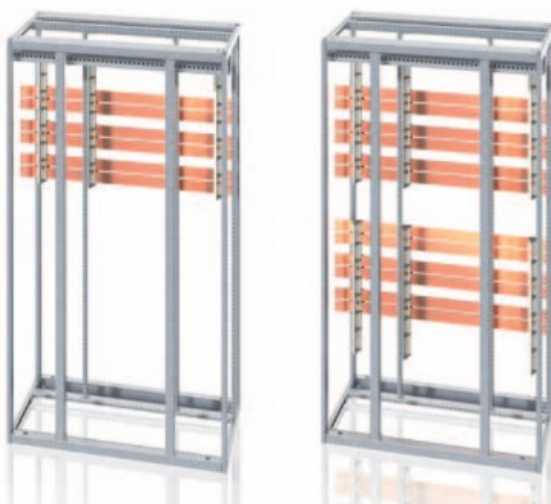
Skříň systému MNS iS je vyrobena z ocelových plechů, které jsou práškově lakované. Upevnění bočních a zadních stěn, střešní desky a dveří je dosaženo pomocí samořezných šroubů se závity s blokovací zářezkou. Konečná konstrukce se pak liší v závislosti na stupni ochrany. Vnitřní dělicí přepážky zabezpečují konstrukci vůči vlivům elektrického oblouku a omezují oblast jeho působení pouze na místo vzniku. Tyto oddíly mohou být navzájem odděleny horizontálními nebo vertikálními přepážkami s větracími mřížkami nebo také bez nich. Každý oddíl musí obsahovat vlastní dveře, to je v souladu s obecnou bezpečností filozofií systému MNS iS. [5]

Každá skříň lze uspořádat v provedení zády ke stěně (back-to-wall), zády k sobě (back-to-back) nebo se společným prostorem pro přípojnice (duplex). [5]

4.2 Systém přípojníc

Hlavní systém přípojníc MNS iS je uspořádán v zadní části skříně rozváděče. Tímto umístěním je zajištěna největší vzdálenost mezi sběrnici a pracovníky údržby a obsluhy. Hlavní systém přípojníc je zcela oddělen od prostoru pro kabely a přístroje. Přípojnice je bezúdržbová, přichycena k rámu rozváděče pomocí samořezných šroubů společně s pružnými podložkami. [5]

Systém přípojníc a všechny související díly, jsou vyrobeny z mědi dle normy DIN 40500. Jsou možné i varianty s postříbřením, cínováním nebo použitím izolačních tepelně smršťovacích návleků. [5]



Obr. 10 - Hlavní systém přípojníc [5]

Přípojnice pro distribuci jsou fázově oddělené, postříbřené a zapouzďované (ve tří nebo čtyřpólovém provedení). Jsou umístěny svisle po celé výšce v prostoru pro přípojnice. Hlavní přípojnice je pak tímto distribučním systémem spojena se silovými kontakty modulů rozváděče. Spojení je zajištěno kontaktními pružinami, které přitlakem působí na kontaktní nože a zaručují pevné a stabilní spojení. [5]

Ochranné přípojnice PEN jsou vedeny horizontálně přední části rozváděče těsně nad základnou. Kabely jsou pak vedeny v horizontálním směru na pravé straně kabelového prostoru. Přípojnice PE je pevně připojena k rámu, a to z důvodu vyrovnaní elektrického potenciálu. Pro aplikace, kde je vyžadováno neutrální velikosti 50 % nebo 100 %, kvůli nevyváženosti nebo harmonickému zkreslení, vedeme nulovou přípojnicí paralelně s hlavní přípojnicí. Nulová přípojnice se také použije pro čtyřpólová zapojení. [5]

Hlavní přípojnice jsou vyráběny z mědi nebo hliníku s průřezy 30x5, 30x10, 60x10 a 80x10 mm. Distribuční přípojnice jsou taktéž vyrobeny z mědi s průřezem 50x5 mm a pro zasouvací moduly se používá úhelníkový typ o průřezu 50x30x5 mm. [5]

4.3 Funkční oddíly a oddělovací prostory

Rozváděčový systém je rozdělen na horizontální a vertikální části, které od sebe oddělují jednotlivé funkční oblasti. Je potřeba jednotlivé přístroje vhodně rozdělit dle funkce do jednotlivých bloků, abychom zajistili co největší spolehlivost a bezpečnost provozu. Systém MNS iS je rozdělen na část přívodní a vývodní. Přívodní část se dále rozděluje vertikálně na další tři oddíly. Vývodní část obsahuje přístrojové a kabelové prostory. [5]

Rozdělení prostor MNS iS:

Přívodní jednotka:

- 1 – Prostor pro přístroje (veškeré vybavení, včetně modulu pro spouštěče motoru)
- 4 – Část přípojníc (hlavní systém přípojníc, distribuční lišty, multifunkční zed')

Vývodní jednotka:

- 1 – Stejně jak v přívodní jednotce, tato část obsahuje prostor pro přístroje
- 2 – Prostor pro ovládací kabely a terminály
- 3 – Prostor pro napájecí kabely a připojovací jednotky
- 4 – Část přípojníc



Obr. 11 - Funkční oddíly (přívodní a vývodní jednotka) [5]

4.3.1 Přívodní jednotka

Elektrická energie je do rozváděče přiváděna prostřednictvím přívodní jednotky. Ta je dále rozdělená na tři oddíly (horní, dolní a SCPD), kde každý oddíl obsahuje vlastní dveře. [5]

Dle přivedeného přívodu elektrické energie (ze shora nebo zezdola) je oddíl s přístroji umístěn v horní nebo dolní části přívodní jednotky. Oddíl SCPD obsahuje a sdružuje všechna zařízení pro ochranu před zkratovými proudy, a to ve výsuvném nebo pevném provedení. [5]

Zadní prostor přípojníc zahrnuje prostor pro hlavní systém přípojníc, ke kterému lze připojit distribuční a jiné jednotky. [5]

4.3.2 Vývodní jednotka

Pomocí vývodní jednotky jsou napájeny výstupní obvody. I tato jednotka je rozdělená na tři prostory (přístrojový, kabelový a přípojnícový prostor). Přístrojový prostor obsahuje všechny přístroje a přístrojové moduly pro motorové spouštěče. Tento prostor může být rozdělen do horizontálních nebo vertikálních oddílů. [5]

Kabelový prostor obsahuje silové kabely a připojovací jednotky, ale především ovládací kabely a svorkovnice. [5]

Prostor pro přípojnice obsahuje hlavní systém přípojníc a distribuční přípojnice. V této sekci se může nacházet také multifunkční stěna, která je umístěna mezi přístrojovým a přípojnícovým systémem. [5]



Obr. 12 - Výstupní jednotka s ovládacími kabely (levá strana) a napájecími kabely (pravá strana) [5]

4.3.3 Kabelové přihrádky

Inovativním atributem systému MNS iS jsou samostatné oddíly pro kabely. Na pravé straně se nachází oddíl pro napájecí kabely a na levé straně oddíl pro ovládací kabely. Každý z těchto oddílů může být vybaven odlišným klíčem a zámekem z důvodu zajištění konkrétního přístupu. Do obou oddílů není umožněn přístup, pokud jsou moduly pod napětím. [5]



Obr. 13 - Kabelové přihrádky pro ovládací kabely (vlevo) a napájecí kabely (vpravo) [5]

4.4 Přívodní jednotka a její řešení

Pro zajištění dostatečné bezpečnosti provozu všech zařízení je přívodní jednotka provedena v souladu s IEC 61439-1/-2, s dodatkem pro jednotlivé komponenty IEC 60947-1 a navržena dle normy IEC 61641. [5]

Existují tři možnosti řešení hlavního jističího zařízení:

1. Pojistkové odpínače
2. Kompaktní jističe MCCB
3. Vzduchové jističe ACB

4.5 Vývodní jednotka a její řešení

Pro přístup k vnitřním obvodům v rozváděči jsou nejlepším řešením výsuvné moduly, které vyžadují minimální čas k jejich výměně. Není-li vnitřní přístup do rozváděče překážkou, můžeme pro tyto instalace využít moduly typu plug-in. V závislosti na dovednostech údržby a obsluhy se také mohou měnit varianty výstupních modulů. Systém MNS iS v tomto případě umožňuje sestavit rozváděč tak, aby vyhovovaly všem provozním procesům. [5]

4.5.1 Multifunkční zed'

Multifunkční oddělovací stěna je stěna, která má vestavěné distribuční přípojnice. Je to úplná bariéra mezi hlavními přípojnici a zařízeními ve výsuvných modulech. Distribuční tyče, jsou fázově oddělené a izolované. Návrh této zdi znemožňuje průchod oblouku mezi fázemi a přípojnici. Materiál využit pro toto zařízení je bezhalogenový a téměř nehořlavý. Otvory pro kontakty jsou zabezpečené proti vniknutí rukou a prstů (IP 2X), takže je zaručena maximální bezpečnost obsluhy při vyjmutí modulů a manipulací s multifunkční zdí. Hlavními vlastnostmi je bezúdržbová konstrukce, snadné rozšíření rozváděče a optimální odvod tepla. [5]



Obr. 14 - Multifunkční zed' [5]






4.5.2 Výsuvné moduly

Výsuvné moduly jsou vhodným řešením v průmyslových aplikacích. Mají vysokou spolehlivost, zejména za použití motorových ovládacích center. Jsou navrženy tak, aby za daných podmínek byly co nejjednodušší vyměnitelné. [5]

Dle normy IEC 61439-1/-2 lze výsuvné moduly elektricky připojit a odpojit (vyjmout), bez speciálních nástrojů, s ohledem na hlavní vstupní obvod. [5]

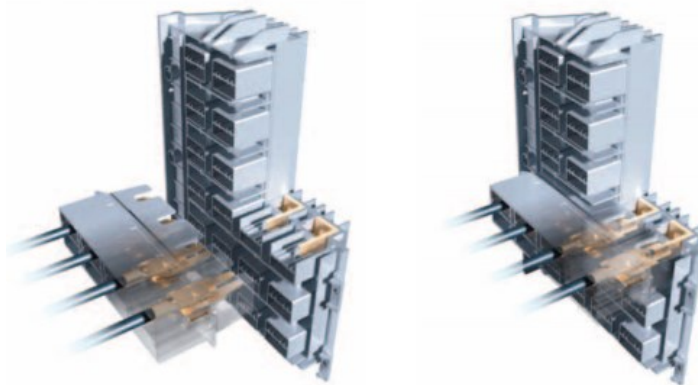
Manipulace s výsuvnými moduly je prováděna pomocí multifunkčních kliky. Kliky těchto modulů mohou být nastaveny do různých pozic. Každá tato pozice je řádně označena v souladu s normou IEC 61439-1/-2. [5]

- **ON** (zapnuto) – Výsuvný modul je vložen, kontakty hlavního jističe jsou uzavřeny, hlavní a ovládací obvod je připojen.
- **OFF** (vypnuto) – Výsuvný modul je vložen, kontakty hlavního jističe jsou otevřeny, hlavní a ovládací obvod je odpojen a modul lze uzamknout.
- **TEST** (test) – Výsuvný modul je vložen, kontakty hlavního jističe jsou otevřeny, hlavní obvod je odpojen, přičemž ovládací obvod je připojen a modul lze uzamknout.
- **ISOLATED** (izolováno) – Modul je vysunut ven o 30 mm, kontakty hlavního jističe jsou otevřeny, hlavní a ovládací obvody jsou odpojeny, modul lze uzamknout.
- **MOVE** (vysunuto) – Modul lze vysunout úplně ze systému rozváděče.

	Poloha páčky	Poloha modulu	Hlavní a pomocné proudové okruhy	Krytí
	Zapnutí (ON); provozní poloha	ve skříní	Všechny hlavní proud. okruhy jsou uzavřeny a připojeny.	Podle rozváděče (minimálně IP 20)
	Vypnutí (OFF) Tuto polohu je možno zajistit třemi zámkami	ve skříní	Všechny hlavní proud. okruhy jsou přerušeny (odpojeny)	Podle rozváděče (minimálně IP 20)
	Zkušební poloha (TEST) Tuto polohu je možno zajistit třemi zámkami	ve skříní	Hlavní proud. okruhy jsou odpojeny, pomocné okruhy připojeny	Podle rozváděče (minimálně IP 20)
	Poloha pro jezdci či vysunutí (MOVE)	ve skříní - odpoj. vzdál. - mimo skříní	Všechny hlavní a pomocné proud. okruhy jsou odpojeny	Krytí IP 20 je zajištěno na přejezdové vzdálenosti mezi polohou "ve skříní" a "odpojovací vzdálenosti"
	Odpojovací vzdálenost (ISOLATED) Tuto polohu je možno zajistit třemi zámkami	Výsuvný modul je vysunut o 30 mm ze skříně	Všechny hlavní a pomoc. proud. okruhy jsou odpojeny a požadavky na odpoj. vzdálenost jsou splněny	Splněny požadavky na krytí IP 20.

Obr. 15 - Popis poloh ovládací páčky [5]

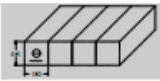
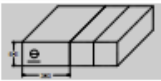





Moduly jsou přímo spojeny k distribučním lištám pomocí speciálně navržených výkonových kontaktů. Silové kontakty obsahují otočné ložisko, tím se od sebe odděluje kabel a elektrický kontakt. Ohnutí kabelu nemůže ovlivnit stabilitu výkonového kontaktu. Mechanickou stabilitu přebírá podporná destička a kontaktní pružina s postříbřenými kontaktními „prsty“. [5]



Obr. 16 - Výkonový kontakt výsuvného modulu a distribuční lišty [5]

Výsuvné moduly mají několik velikostí:

- 6E/4
- 6E/2
- 6E
- 8E
- 12E
- 16E
- 24E

6E/4 height 150mm; width 150mm 	6E/2 height 150mm; width 300mm 	6E height 150mm; width 600mm 	
8E height 200mm; width 600mm 	12E height 300mm; width 600mm 	16E height 400mm; width 600mm 	24E height 600mm; width 600mm 

Obr. 17 - Velikosti výsuvných modulů [5]

Nejmenší z modulů 6E/4 se do přístrojového prostoru jedné řady vleze čtyřikrát, proto ho nazýváme „čtvrtkový“ modul. Těchto modulů se tedy teoreticky do přístrojového prostoru vleze až 36. Tato velikost umožňuje maximalizovat využití dostupného prostoru, což jednoznačně může zmenšit velikost rozváděče. [5]

Výsuvný modul 6E/2 má dvojnásobnou velikost oproti modulu 6E/4, proto tento modul nazýváme „půlkový“ modul. Modul 6E je z této řady největší a jeden modul se do přístrojového prostoru jedné řady vleze jedenkrát. [5]

Veškeré kabelové připojení k hlavním a pomocným obvodům ve všech modulech je provedeno přes jednotku kondaptoru, která je k dispozici ve tří nebo čtyřpólovém provedení. [5]



Obr. 18 - Výsuvné moduly (6E/4, 6E/2 a 6E) [5]

4.5.3 Pevné moduly

Pevné moduly se navrhují pro konkrétní aplikace a jsou vyráběny ve velikosti modulu 85E, což je plná velikost rozváděče. Moduly se používají například pro spuštění motorů, přesahujících hodnot výkonu 250kW. Hlavní součásti spouštěče motoru, jako jsou spínací zařízení, stykače a směšovací moduly, jsou namontovány v hlavní komoře. Ovládací a komunikační zařízení jsou umístěny v závislosti na vstupu přírodních kabelů buď shora nebo zespodu. [5]



Obr. 19 - Pevný modul [5]

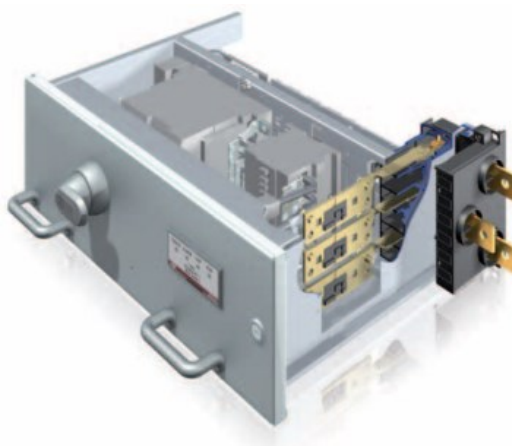
Hlavní charakteristiky pevných modulů:

- Multifunkční ovládací rukojeť se třemi pozicemi (ON, OFF, TEST)
- Stavový displej integrovaný na dveřích modulu
- Podpěry pro upevnění kabelu nahoře
- Přímé připojení k hlavní přípojnici

4.6 Řízení a ochrana

V konvenčních technologiích se měření provádí pomocí transformátorů napětí a proudů, v systému MNS iS se měření provádí pomocí speciálně vyvinutých senzorů pro záznam dat v elektronických a elektrických systémech. [5]

Tyto speciální senzory jsou umístěny ve výstupní lince všech modulů. Kombinací vysoce přesných bočníků a mikroprocesorů tvoří kompletní měřicí systém, který měří velmi přesně fázový proud a současně napětí a teplotu v modulu. Z těchto naměřených hodnot lze poskytnout podrobné informace o stavu připojení celé linky a předává je její obsluze. [5]



Obr. 20 - Senzory umístěné na výstupní lince výsuvného modulu [5]

4.6.1 Řídící jednotka spouštěče MControl

Tato jednotka slouží pro ochranu motoru a distribuci energie. Její hlavní výhody jsou zejména spolehlivý provozní výkon, bezpečnost, ochrana a kontrola. Škálovatelnosti je dosaženo výběrem softwarových modulů k provedení správné ochrany a řízení. Moduly poté lze rozšiřovat o další I/O hardwarové prvky. [5]



Obr. 21 - Řídící jednotka spouštěče motoru MControl [5]

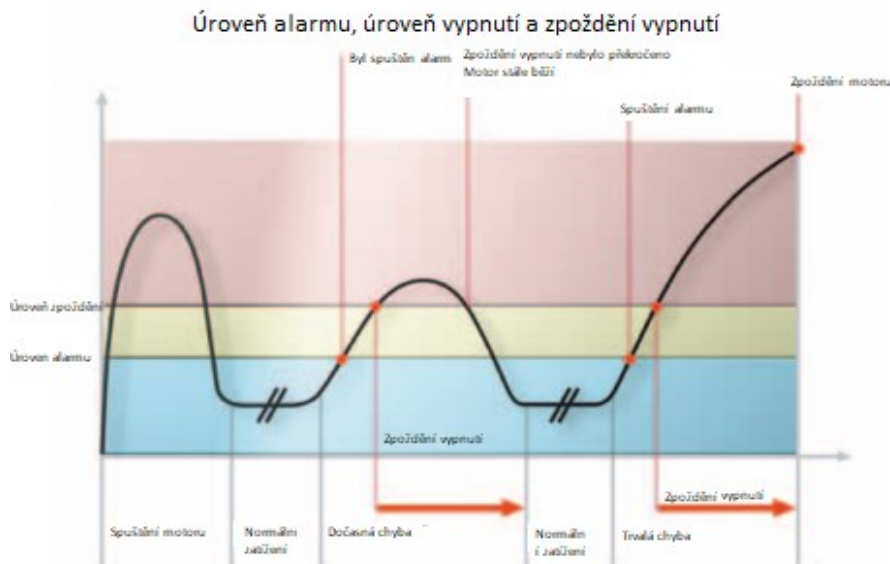
4.6.2 Vstupní a výstupní rozhraní

Systém MNS iS poskytuje svým zákazníkům škálovatelnost pro splnění různých požadavků ohledně provozu a řízení, také nabízí různé variace provozních postupů v průmyslových odvětvích. Základem jsou digitální a analogové signály. [5]

- Digitální signály – například tlačítka a koncové spínače. Tyto prvky jsou přímo spojeny k základní desce řídicí jednotky. Základní deska má k dispozici sedm binárních vstupů (24 V DC) a čtyři reléové výstupy (do 230 V AC). Vstupní a výstupní karty obsahují sedm digitálních vstupů pro (110 V AC, 230 V AC) a čtyři digitální vstupy a dva digitální výstupy pro (230 V AC nebo 24 V DC).
- Analogové signály – vstupní a výstupní signály, například pro indikace proudu nebo měření polohy. Karty obsahují jeden analogový vstup a jeden výstup, nebo jen dva analogové vstupy. Napěťové úrovně analogových signálů jsou od 0-20 mA, 4-20 mA, nebo 0-10 V DC. [5]

4.6.3 Ochranné moduly

Funkce těchto modulů je jednoduchá, alarmy se generují, jakmile se dosáhne předem stanovené úrovně alarmu a její časové doby sepnutí. Jakmile bude překročena stanovená úroveň a zpoždění vyprší, motor se vypne. Tato ochranná funkce chrání motor a motorovou spoušť před nežádoucími mechanickými a elektrickými vlivy. Tyto funkce jsou konfigurovatelné a lze je dle požadavků aktivovat a deaktivovat. [5]



Obr. 22 - Graf úrovně alarmu a úrovně vypnutí [5]

5 Rozvodna NN budovy CEETe

Tento popis obsahuje technické požadavky pro návrh a výrobu modulárního rozváděčového systému nízkého napětí umístěného v místnosti č. 109. Rozváděč bude napájen z vývodu rozvodny VN areálu kampusu školy přes VN/NN transformátor umístěný ve stejné místnosti. [21]

5.1 Obecný popis hlavního rozváděče NN

Hlavní rozváděč bude napájet celou budovu, to znamená jednotlivé silnoproudé rozváděče v objektu a technologické zařízení laboratoří v jednotlivých místnostech. Hlavní rozváděč bude sloužit pro připojení lokálních zdrojů elektrické energie, jako jsou fotovoltaické elektrárny, kogenerační jednotky, přívod z palivových článků, větrných elektráren a další zařízení, jejichž potřeba vyplývá z instalační dokumentace. [21]

Základní požadavky na hlavní rozváděč jsou:

- Typově testované zařízení dle IEC/ČSN
- Vysoká spolehlivost a dostupnost
- Modulární design
- Flexibilita provedení funkčních jednotek
- Kompaktní řešení
- Rezervní prostory v rozváděči mohou být dovybaveny bez nutnosti odstávky

5.2 Základní parametry hlavního rozváděče

Rozváděč budovy bude navržen systémem typu MNS iS, pro vnitřní použití s vnějším stupněm krytí IP40. Sestava bude 2200 mm vysoká, 4400 mm široká a 1000 mm hluboká. Jmenovité napětí rozváděče je 400 V v síti TN-C. Jmenovité izolační napětí 1000 V. Jmenovitý proud rozváděče je 1800 A a krátkodobý zkratový proud je 50 kA. Připojení přívodní kabeláže je ze shora. Provedení sestavy bude volně stojící rozváděč back-to-back se společným systémem přípojníc. [21]

5.3 Blokové schéma napájení

V blokovém schématu napájení jsou vypsány všechny přívody a vývody budovy. Na každé větvi musí být napsán proud zatížení nebo příkon vývodu. Z těchto parametrů lze poté dle tabulky v katalogu systému MNS iS zvolit jednotlivé velikosti modulů. Blokové schéma napájení viz. Příloha B.

6 Specifikace parametrů hlavního rozváděče

Specifikace a výpočty jsou provedeny s ohledem na účel použití, vstupní hodnoty budou použity z blokového schématu napájení a ze základních parametrů hlavního rozváděče. Výběr přístrojů a typů modulů bude dle aktuálních katalogů firmy ABB s.r.o.

6.1 Specifikace velikostí výsuvných modulů

Dle blokového schématu napájení lze velikost těchto modulů vybrat na základě proudového zatížení. Pokud je znám účinník $\cos\varphi$ a příkon vývodu, lze vypočítat proud pomocí vztahu:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} \quad (6.1)$$

Kde I je proud vývodu [A],
 P je příkon vývodu [W],
 U je jmenovité napětí sítě [V],
 $\cos\varphi$ je účinník [-].

Tab. 1 - Maximální proudové zatížení výsuvných modulů

Jmenovité napětí $U = 400$ (V)								
Typ modulu	Počet pólů	Velikost modulu						
		6E/4	6E/2	6E	8E	12E	16E	24E
		Maximální proudové zatížení (A)						
Stykačový	3	28 A	56 A	125 A	125 A	-	320 A	400 A
	4	-	56 A	-	125 A	-	200 A	400 A
Distribuce energie	3	25 A	63 A	125 A	250 A	-	400 A	630 A
	4	-	63 A	-	160 A	-	400 A	630 A

6.1.1 Seznam přívodů, vývodů a výběr velikostí modulů

Výsuvné moduly volíme dle Tab. 1 pro maximální proudové zatížení pro stykačové moduly a moduly pro distribuci elektrické energie, při jmenovitém napětí 400 V. V tabulce níže jsou popsány jednotlivé přívody a vývody včetně jejich parametrů, které jsou vyobrazeny na blokovém schématu napájení objektu CEETe, viz. příloha B.

Tab. 2.1 - Seznam přívodů a vývodu rozvodny a výběr velikostí modulů

Číslo přívodu	Specifikace	Jmenovitý proud (A)			Velikost modulu
1	Přívod z vn/nn transformátoru	1250 A			85E
Číslo vývodu	Specifikace	Příkon (W)	Proudové zatížení (A)	Účinník $\cos\varphi$ (-)	Velikost modulu
2	Fotovoltaické panely	170 kW	250 A	0,99	16E
3	Palivové články (zdroje)	50 kW	100 A	0,99	6E
4	Kogenerační jednotka provozní	100 kW	177 A	1	16E
5	Baterie	290 kW	630 A	0,8	85E
6	Kogenerační jednotka výzkumná	20 kW	63 A	1	6E
7	Stirlingův motor	10 kW	25 A	0,85	6E/2
8	Elektrické topení (Plasma)	30 kW	100 A	1	6E
9	Plazmový hořák	100 kW	177 A	0,9	16E
10	Plazma (Ohřev)	60 kW	146 A	0,9	16E
11	Zplyňovací stand. (ohřev gen. / přehřívač páry)	35 kW	100 A	1	6E
12	Plazma/pyrolýza (spínaný sil. Oddíl)	35 kW	100 A	0,85	6E
13	Silnoproud 230 V	35 kVA	100 A		6E
14	Kompresorovna	94 kW	177 A	0,85	16E
15	Elektrický kotel a Dynamometr	36 kW	100 A	1	6E
16	Vlastní spotřeba (UPS + switch)	15 kW	25 A	0,9	6E/2

Tab. 2.2 - Seznam přívodů a vývodu rozvodny a výběr velikosti modulů

Číslo vývodu	Specifikace	Příkon (W)	Proudové Zatížení (A)	Účinník cosφ (-)	Velikost modulu
20	Nové technologie	30 kW	100 A	1	6E
21	KGJ a čerpadla	11 kW	25 A	0,9	6E/2
22	Elektrolyzéry	20 kW	100 A	1	6E
23	Automatické závlahové systémy	54 kVA	100 A		6E
24	Laboratoř přípravy	90kW	146 A	0,9	16E
25	Silnoproud 230V / 400V	40 kVA	100 A		6E
26	Peletizace	40 kVA	100 A		6E
27	LVVVS – silnoproud 230 V	40 kVA	100 A		6E
28	Osvětlení fasády	50 kW	100 A	0,95	6E
29	Skleník na 3. podlaží	20 kW	63 A	0,9	6E
30	Chladicí jednotka (střecha)	50 kW	170 A	0,85	16E
31	Chladicí jednotka (střecha)	50 kW	170 A	0,85	16E
32	Větrné elektrárny	10 kW	25 A	1	6E/2
33	Plnicí stanice vodíku	50 kW	100 A	0,8	6E
34	Nabíjecí stanice pro auto	98 kVA	146 A		16E
35	Nabíjecí stanice pro auto	350 kW	630 A	1	85E
36	Nabíjecí stanice pro auto	98 kVA	146 A		16E
37	Rozváděče silnoprůdu		146 A		16E
38	Měření a regulace		146 A		16E

7 Přístroje obsažené v přívodní skříni a výsuvných modulech

7.1 Přívodní pole

Přívodní skříň bude jeden samostatný blok obsahující měděné přípojnice, na kterých je uchycen pouzdrový modul. Do modulu lze nasunout vzduchový jistič, který má za úkol jistit celý systém rozváděče MNS iS. Tento násuvný pouzdrový modul se bude nacházet přibližně uprostřed pole. V horní části pole povedou přívodní kabely. Na vstupních přípojnicích jsou nasunuty měřicí transformátory proudu, které jsou připojeny k ovládací části přívodního rozváděče, umístěné ve spodní části. V místě pouzdra pro vzduchový jistič a ovládacích přístrojů budou plechové přepážky pro oddělení jednotlivých prostorů.

Hlavním vzduchovým jističem bude dle katalogu zvolen typ: **SACE Emax 2 E1.2N 1250 Ekip Hi-Touch LSIG 3p WMP**. Tento přístroj bude dále popsán v části použitých přístrojů.

Velikost přívodního pole lze vybrat pomocí následující tabulky.

Tab. 3 - Velikost přívodního pole

MNS iS přívodní pole	Prostor pro ovládací kabely	Prostor pro přípojnice
Šířka	400 / 600 / 800 / 1000 / 1200 mm	
Hloubka	400 mm (+ 80 pagoda pro výsuvná zařízení)	200 / 400 mm
	600 mm (+ 80 pagoda pro výsuvná zařízení)	200 / 400 mm
	800 mm (pro ≥ 4000 A)	200 / 400 mm
Výška	2200 mm	

Rozměr přívodního pole pro tento rozváděč se bude volit 400 x 400 +(200 přípojnice) x 2200 mm.

7.2 Vývodní pole

Tyto pole musí být navrženy tak, aby se do nich vlezly veškeré výsuvné moduly. Jednotlivá pole mohou být následujících rozměrů.

Tab. 4 - Velikost vývodních polí

MNS iS vývodní pole	Prostor pro ovládací kabely	Prostor pro vybavení a přístroje	Prostor pro napájecí kabel	Prostor pro přípojnice
Šířka	300 mm	600 mm	300 mm	1200 mm = celková šířka
	400 mm	600 mm	400 mm	1400 mm = celková šířka
Hloubka	400 mm			200 / 400 mm
Výška	2200 mm			

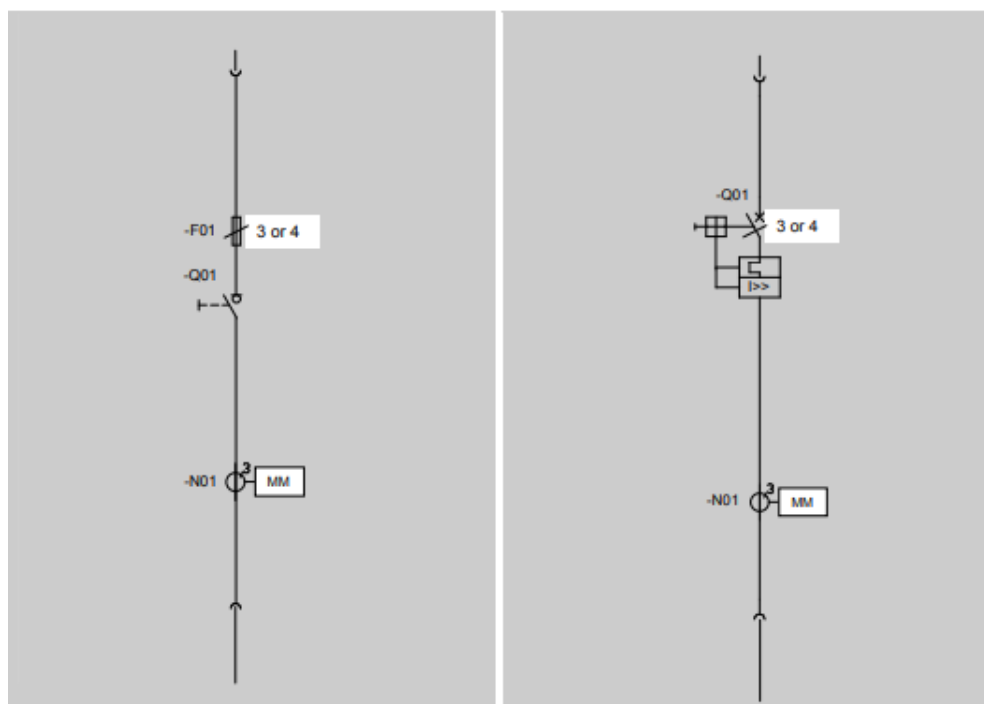
Přes vývodní pole povedou přípojnice, na které se umístí multifunkční stěna, do které se poté připojí výsuvné moduly a kondaptory, které nám zajistí vodivé spojení mezi distribučními přípojnícemi a svorkami přístrojů.

Rozvodna bude celkově obsahovat 5 vývodních polí s šířkou 1200 mm, hloubkou 400 mm + 200 mm pro prostor pro přípojnice. Přípojnice budou společné pro celou sestavu, jelikož se bude jednat o dvě sestavy ve stylu back-to-back se společným systémem přípojníc.

7.2.1 Výsuvné moduly

Každý výsuvný modul obsahuje základní prvky:

- Elektrický izolátor
- Ochrana proti zkratu (pojistky nebo jistič)
- Stykač, elektrické ovládání a indikace stavu
- Model senzoru MControl



Obr. 23 - Schéma zapojení výsuvného modulu pro distribuci energie – pojistkový (vlevo), výkonový jistič (vpravo) [5]

Pro tyto moduly budou použity výkonové jističe řady Tmax XT a třípólové stykače pro silové spínání a řízení motorů s označením AF. Jističe a stykače jsou popsány v části použitých přístrojů.

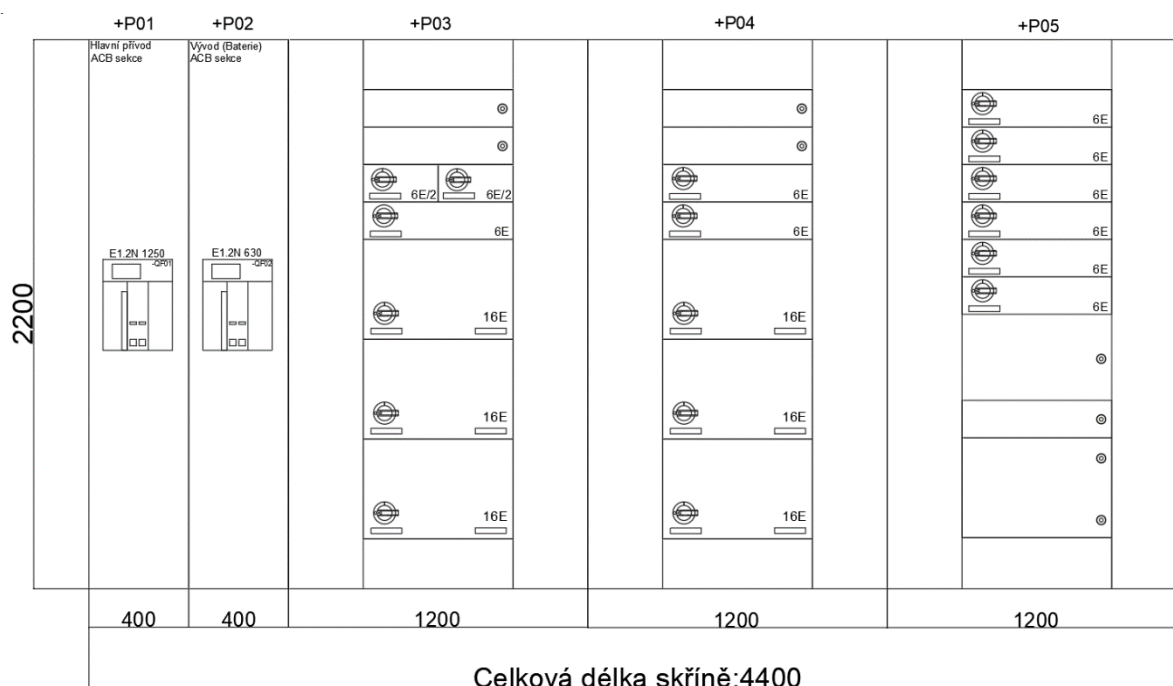
Vývody s proudovým zatížením 630 A (vývod 5 a 35), budou obsahovat vzduchové jističe SACE Emax 2, s označením **E1.2N 630 Ekip Touch LSI 3p WMP**, které jsou popsány v části použitých přístrojů. Pro tyto vývody budou použity dvě pole se šířkou 400 mm.

Pro každý výsuvný modul bude použit jeden model senzoru MControl, který bude umístěn v boční přístrojové části pole.

7.3 Rozložení rozváděče

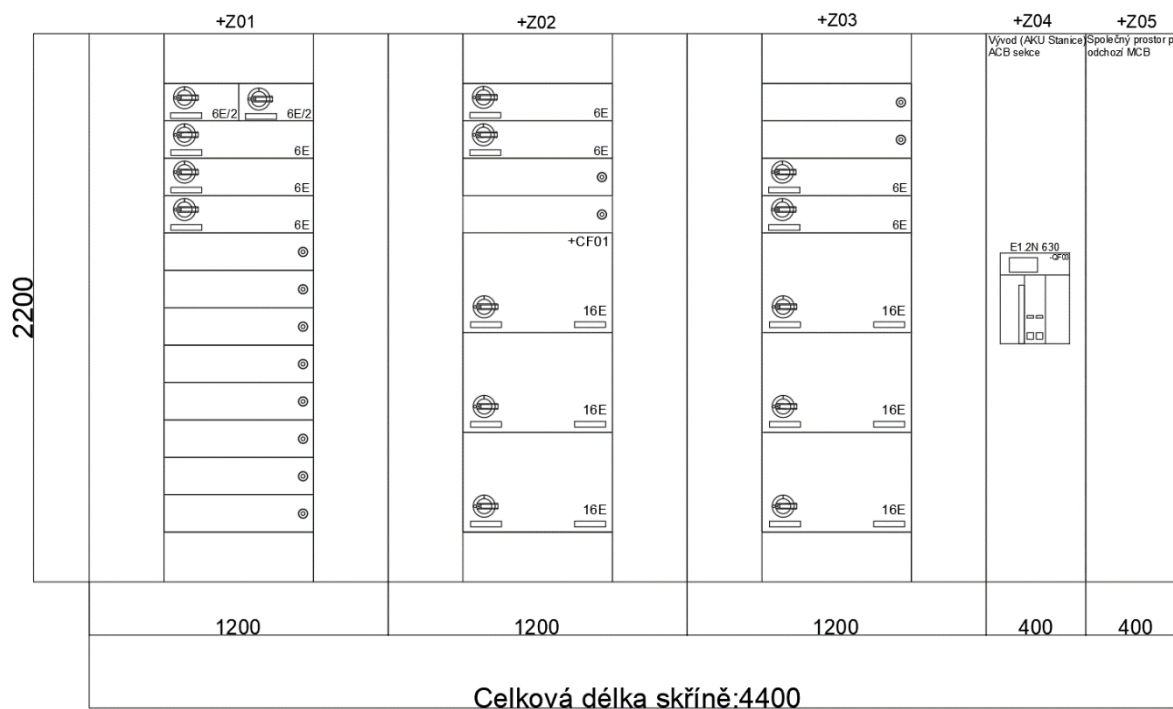
Rozložení polí a výsuvných modulů je kresleno v programu AutoCAD. Je zohledněna velikost rozvodny dle zadaných parametrů a počet modulů souhlasí s počtem vývodů dle Tab. 2.1 a 2.2. Náčrtek je pouze orientační, kreslený dle možných informací získaných v katalogu firmy ABB s.r.o. Rozvodna je v rozložení back-to-back, tedy skříně zády k sobě se společným systémem přípojníc. Je zde nakreslena její přední a zadní část.

Přední část rozváděče



Obr. 24 - Přední část rozváděče MNS iS

Zadní část rozváděče



Obr. 25 - Zadní část rozváděče MNS iS

7.4 Použité přístroje

Tato část se bude věnovat popisu přístrojů použitých v rozváděči. Bude uvedena jejich funkce a základní parametry.

7.4.1 Hlavní jističe rozváděče

Hlavními jisticími prvky, budou použity vzduchové jističe ACB a kompaktní jističe MCCB. Tyto přístroje slouží pro bezpečné spínání a vypínání obvodů celého systému. Vzduchové jističe se převážně umísťují na přívod hlavního obvodu a jistí systém rozváděče, kompaktní jističe MCCB se používají pro řízení zátěže, kdy jsou spínací operace v této oblasti častější než na straně přívodní. V dnešní době je možnost překrývání aplikací jističů MCCB a ACB, jelikož se technologie neustále zdokonaluje a zvyšují se úrovně i spínací kapacity kompaktních jističů. [13]

Jističe obecně mají možnost nastavení vypínacích charakteristik, používají magnetické nebo tepelně-magnetické vypínací spouště a operace. Hlavními zásadními rozdíly mezi ACB a MCCB jsou následující: [13]

Vzduchové jističe ACB:

- Jmenovité proudy až 6300 A
- Nastavitelné vypínací prahové hodnoty
- Vypínací jednotky mohou být termomagnetické nebo elektronické
- Většina jističů má kategorii využití „B“ což znamená že mají hodnotu jmenovitého krátkodobého výdržného proudu I_{cw} (dle IEC 60947-2)
- Ve většině případu jsou ACB dražší než MCCB

Kompaktní jističe MCCB:

- Jmenovité proudy až 3200 A
- Nastavitelné vypínací prahové hodnoty
- Vypínací jednotky mohou být magnetické, termomagnetické nebo elektronické
- Většina jističů má kategorii využití „A“ což znamená že se udávají bez záměrného krátkodobého selektivního zpoždění v případě zkratu, a proto se neuvádí hodnota jmenovitého krátkodobého výdržného proudu I_{cw} (dle IEC 60947-2)
- Jsou levnější než ACB jističe

Mezi společnou ochranou funkcí jističů ABB s.r.o. patří jednotka ochran **Ekip Touch / Ekip Hi Touch**, což je ochrana s velkým barevným dotykovým displejem, který umožňuje bezpečně a intuitivně zařízení ovládat. Jednotky Ekip lze také snadno programovat pomocí tabletu nebo mobilního telefonu. Tato jednotka přesně měří výkon a energii, ukládá do paměti nejnovější události a data z měření. Z těchto dat lze zabránit vzniku poruch. Označení pro **Hi Touch** obsahuje navíc další měřicí prvky včetně síťového analyzátoru. Mezi ochranné funkce těchto jednotek firma ABB s.r.o. používá pojem **LSIG**, každé uvedené písmeno této zkratky znamená následující: [14]

- **L** = Ochrana proti přetížení, časově závislá, dlouhá časová prodleva
- **S** = Nadproudová ochrana s krátkou časovou prodlevou, konstantní dobou vybavení a časově závislým/nezávislým vybavením
- **I** = Okamžitá nadproudová ochrana s nastavitelnou vybavovací křivkou
- **G** = Zemní ochrana, ochrana proti zemnímu spojení, funguje na principu proudového chrániče – zbytkový proud, nebo zpětný proud přitékající zemí



Obr. 26 - Jednotka ochran Ekip Touch LSIG [14]

Popis:

1. Barevná dotyková obrazovka s vysokým rozlišením
2. LED pro indikaci napájení
3. LED pro indikaci předalarmu
4. Alarmová LED indikace
5. Tlačítko pro návrat na domovskou obrazovku
6. Tlačítko pro testování a indikaci příčiny aktivace spouště
7. Konektor pro programování a testování

Dalším přídatným prvkem pro jističe může být modul **Ekip Measuring** k Ekip Touch. Ekip Touch je poté možno používat jako multimetr pro měření následujících hodnot: [14]

- Sdružené a fázové napětí
- Činný, jalový a zdánlivý výkon
- Činnou, jalovou a zdánlivou energii
- Frekvence
- Účinník pro každou fázi a celkový účinník
- Měření podpětí, přepětí, podfrekvence a nadfrekvence



Obr. 27 - Modul Measuring Pro pro modul Ekip Touch [14]

7.4.2 Vzduchové jističe SACE Emax 2

Pro chránění přívodu rozváděče byl zvolen vzduchový jistič SACE řady Emax 2. Mezi hlavní výhody tohoto jističe patří maximální bezpečnost, která je například zajištěna vysunováním jističe při zavřených dveřích, stupněm krytí IP 54 a dvojitou izolací. Konstrukce zaručuje plnou izolaci mezi póly a umožňuje provádět kontrolu zhášecí komory hlavních kontaktů. Velkou výhodou je také vysoká inteligence jističe. Jednotky jsou vybaveny nejnovější technologií, která nabízí zákazníkovi to nejlepší řešení na míru pro ochranu a řízení. Vypínací jednotka je všestranná a jednoduchá na používání. Jističe jsou schopné jistit a řídit zatížení v jakémkoliv stavu. Jističe řady Emax 2 jsou vyráběny ve čtyřech velikostech, s proudy až do 6300 A. [14]

Konkrétně použitým přívodním vzduchovým jističem pro rozvodnu CEETe je Emax 2 s označením **E1.2N 1250 Ekip Hi-Touch LSIG 3p WMP**. Jedná se o třífázový jistič řady E1.2 ve výsuvném provedení s inteligentním dotykovým modulem Ekip Hi-Touch.



Tab. 5 - Parametry jističe E1.2N 1250 [14]

Jmenovité napětí (U_n):	690 V
Jmenovitý proud (I_n):	1250 A
Jmenovitý krátkodobý zkratový proud (I_{cw}):	50 kA (1 s), 30 kA (3 s)
Jmenovitý zkratový vypínací proud v % I_{cu} (I_{cs}):	100 %
Jmenovitá zkratová vypínací schopnost (I_{cu}):	66 kA při 400 V AC
Rozměry (Š x V x H):	278 x 363,5 x 271 mm
Hmotnost:	18 kg

Obr. 28 - Jistič Emax 2 E1.2N 1250 [14]

Vývod pro baterii a nabíječku pro auta (vývody číslo 5 a 35) mají proudové zatížení 630 A, proto volíme opět vzduchové jističe řady SACE Emax 2 s konkrétním označením **E1.2N 630 Ekip Touch LSI 3p WMP**. Jedná se opět o třífázový jistič s inteligentním dotykovým modulem Ekip Touch.



Tab. 6 - Parametry jističe E1.2N 630 [14]

Jmenovité napětí (U_n):	690 V
Jmenovitý proud (I_n):	630 A
Jmenovitý krátkodobý zkratový proud (I_{cw}):	50 kA (1 s), 30 kA (3 s)
Jmenovitý zkratový vypínací proud v % I_{cu} (I_{cs}):	100 %
Jmenovitá zkratová vypínací schopnost (I_{cu}):	66 kA při 400 V AC
Rozměry (Š x V x H):	278 x 363,5 x 271 mm
Hmotnost:	18 kg

Obr. 29 - Jistič Emax 2 E1.2N 630 [14]

K těmto přívodním a vývodním vzduchovým jističům se ještě přidá motor jako příslušenství. Motor bude automaticky střídat energii do zapínací pružiny jističe v okamžiku, kdy dojde k uvolnění této energie a je zároveň přítomno napájení. Pokud napájení není přítomné, je možné energii do pružiny nastřádat ruční pákou na jističi. Motor je vždy vybaven koncovým spínačem, který signalizuje stav pružin. [14]

Instalace do rozváděče

Tyto modely vzduchových jističů se mohou osadit do rozvodné skříně o šířce 300–400 mm. Lze jej upevnit k rámu rozváděče ve svislé i vodorovné poloze, případně také umístit na stěnu. [14]

Napájení

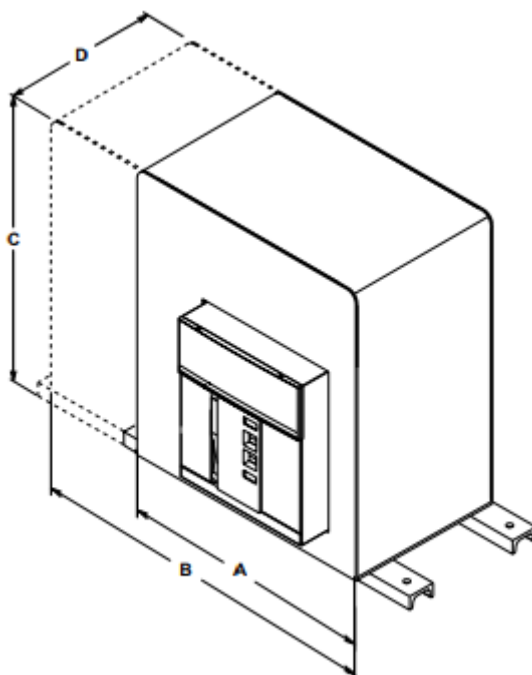
Jističe Emax 2 mohou být napájeny buď z horních nebo spodních svorek. Jestliže je jistič vybaven měřicím modulem, pak pro využití veškerých funkcí, které modul nabízí i při vypnutém jističi, musí být napěťové svorky instalovány na napájecí straně. [14]

Izolační vzdálenosti a připojování

Vzduchové jističe je možno připojovat k silovému systému nejběžnějších rozměrů přípojníc. Při instalování dílů pod napětím musí být splněny následující podmínky. [14]

Tab. 7 - Izolační vzdálenosti [14]

Minimální izolační vzdálenosti mezi fázemi								
Jmenovité izolační napětí U_i					Minimální vzdálenost (mm)			
1000 V					14 mm			
Izolační vzdálenosti uvnitř instalační skříně								
	Jističe v pevné verzi				Jističe ve výsuvné verzi			
(mm)	A	B	C	D	A	B	C	D
E1.2	250	322	382,5	130	280	350	440	252



Obr. 30 - Umístění jističe ve skříni [14]

7.4.3 Kompaktní jističe SACE Tmax XT

Pro chránění všech vývodů do proudového zatížení 250 A jsou zvoleny kompaktní jističe řady SACE Tmax XT. Mezi hlavní výhody patří extrémně vysoké výkony s malými rozměry, které se snadno instalují a dokáží zajistit vyšší bezpečnost. Jističe mají vysokou vypínací schopnost a flexibilní použití. Obsahují termomagnetické ochranné spouště, pro ochranu proti přetížením a zkratům, pro střídavé (AC) i stejnosměrné sítě (DC). Ochrana proti přetížení je tvořena tepelným prvkem, který je tvořen bimetalem ohříváným protékajícím proudem a ochrana proti zkratu je řešena magnetickým prvkem. Tak jako u vzduchových jističů, můžou kompaktní jističe obsahovat ochranou spoušť Ekip Touch/Hi-Touch, které jsou nejmodernějším typem ochrany z hlediska technologie a systémem řídicích funkcí. Ochranné spouště nabízí řešení pro jakoukoliv aplikaci do 1600 A. Řada SACE Tmax XT nabízí ochranu distribučních sítí, generátorů a motorů. [15]

Konkrétně použitým kompaktním jističem MCCB pro moduly s proudovým zatížením 25 A bude SACE Tmax XT s označením **XT2H 160 Ekip LSIG In=25 A 3p FF**. Jedná se o pevný třípólový jistič s nastaveným jmenovitým proudem 25 A, budou se umísťovat do modulů velikosti 6E/2.



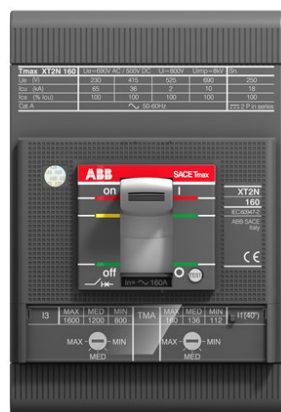
Tab. 8 - Parametry jističe XT2H 160 [15]

Jmenovité napětí (U_n):	690 V
Jmenovitý proud (I_n):	25 A
Jmenovitý zkratový vypínací proud v % I_{cu} (I_{cs}):	100 %
Jmenovitá zkratová vypínací schopnost (I_{cu}):	70 kA při 400 V AC
Rozměry (Š x V x H):	90 x 130 x 82,5 mm
Hmotnost:	1,12 kg

Obr. 31 - Kompaktní jistič XT2H 160 [15]

Pro moduly s proudovým zatížením 100 A se použije stejný kompaktní jistič, ale se jmenovitým proudem 100 A. Jeho označení v katalogu je **XT2H 160 Ekip LSIG In=100 A 3p FF**. Parametry a velikost toho jističe zůstávají stejné. Tyto jističe se budou umísťovat do modulů velikosti 6E.

Vývody s proudovým zatížením 63 A (vývody 6 a 29), bude jistit kompaktní jistič SACE Tmax XT s označením **XT2H 160 TMA 80-800 3p FF**. Třípólový jistič s pevným uchycením a nastavenou hodnotou jmenovitého proudu 72 A. Jistič se bude umísťovat do modulů velikosti 6E.



Tab. 9 - Parametry jističe XT2H 160 TMA 80 [15]

Jmenovité napětí (U_n):	690 V
Jmenovitý proud (I_n):	80 A
Jmenovitý zkratový vypínací proud v % I_{cu} (I_{cs}):	100 %
Jmenovitá zkratová vypínací schopnost (I_{cu}):	70 kA při 400 V AC
Rozměry (Š x V x H):	90 x 130 x 82,5 mm
Hmotnost:	1,584 kg

Obr. 32 - Kompaktní jistič XT2H 160 TMA 80 [15]

V modulech 16E pro vývody s proudovým zatížením 177 A se použije SACE Tmax XT s označením **XT4H 250 Ekip LSIG In=250 A 3p FF**. Opět třípólový jistič v pevné verzi s nastavenou hodnotou jmenovitého proudu 177 A.



Tab. 10 - Parametry jističe XT4H 250 [15]

Jmenovité napětí (U_n):	690 V
Jmenovitý proud (I_n):	250 A
Jmenovitý zkratový vypínací proud v % I_{cu} (I_{cs}):	100 %
Jmenovitá zkratová vypínací schopnost (I_{cu}):	70 kA při 400 V AC
Rozměry (Š x V x H):	105 x 160 x 82,5 mm
Hmotnost:	2,05 kg

Obr. 33 - Kompaktní jistič XT4H 250 [15]

Vývod číslo 2 pro fotovoltaické panely má proudovou zátěž 250 A, velikost modulu 16E, jistič použitý pro tento vývod je SACE Tmax T typ **T5H 400 PR221DS-LS/I In=320 3p FF**. Jedná se o třípólový jistič řady Tmax T, označení PR221DS-LS značí elektronickou vypínací jednotku. Poskytuje ochranné funkce proti přetížení a zkratu, tato verze obsahuje přepínač DIP pro nastavení časového zpoždění nebo okamžitou ochranu proti zkratu. [15]



Tab. 11 - Parametry jističe T5H 400 [15]

Jmenovité napětí (U_n):	690 V
Jmenovitý proud (I_n):	320 A
Jmenovitý zkratový vypínací proud v % I_{cu} (I_{cs}):	100 %
Jmenovitá zkratová vypínací schopnost (I_{cu}):	70 kA při 400 V AC
Rozměry (Š x V x H):	140 x 205 x 103,5 mm
Hmotnost:	5,1 kg

Obr. 34 - Kompaktní jistič T5H 400 [15]

7.4.4 Stykače pro spínání výkonů

Výsuvné moduly v rozvodně budou obsahovat stykače pro spínání výkonu. Typ těchto stykačů se nazývá AF a jedná se o třípólové stykače pro řízení motorů a výkonové spínání. Jde o nejnovější řadu s elektronicky řízenou cívkou. Elektronický systém usměrní střídavé napětí, případně upraví stejnosměrné napětí na hodnotu vhodnou pro ovládání cívky. Tyto stykače mají široký rozsah ovládacího napětí a také obsahují zabudovaný odrušovací člen. Mají kompaktní rozměry a hodí se pro řešení s omezeným prostorem. [16]



Obr. 35 - Stykače řady AF [16]

Stykače řady AF se používají pro ovládání výkonových obvodů do napětí 690 V AC a 220 V DC. Do hlavního rozváděče bude použito 5 typů těchto stykačů v závislosti na použitém kompaktním jističi. Typ použitého stykače je popsán v tabulce níže. [16]

Tab. 12 - Výběr typu stykače [16]

Modulární jistič	Vybraný stykač AF	Jmenovitý provozní proud I_e při 400 V AC (A)
T5H 400 PR221 DS-LS/I	AF265	265
XT4H 250 Ekip LSIG 250	AF205	205
XT2H 160 Ekip LSIG 100	AF116	116
XT2H 160 Ekip TMA 80	AF80	80
XT2H 160 Ekip LSIG 25	AF38	38

8 Projektová dokumentace

Projektová dokumentace je soubor výkresů a schémat, doplněných o textovou část, která slouží jako popis stavby, stroje, zařízení či jiného objektu pro stavební a výrobní proces. Tyto výkresy a textové části jsou obvykle tištěny na papír, ale v současné době jsou často tvořeny elektronicky a ukládány v digitální podobě. Cílem těchto souborů je přesné určení a popsání všech charakteristik staveniště, strojů a komponentů. Výkresy mohou sloužit za účelem prezentace nebo orientace, také mohou obsahovat a zaznamenávat původní stavy objektů. Hlavním smyslem projektové dokumentace je zobrazení skutečného stavu místa nebo objektu projektu a poskytnout dostatek informací staviteli nebo výrobcí pro realizaci stavby. [10]

8.1 Stupně projektové dokumentace

Stupňů projektové dokumentace existuje několik druhů. Liší se od sebe obsahem i rozsahem. V této části si všechny stupně přiblížíme.

1. **Studie stavby**

Je to nejjednodušší forma projektové dokumentace. Cílem je navrhnout zákazníkovi koncept a dispozice plánované stavby. Obsahuje souhrn požadavků s řešením umístění do lokality, předběžné odhady nákladů, potřeb a spotřeb. [17]

2. **Dokumentace pro územní rozhodnutí**

Tato dokumentace musí poskytnout dostatečné podklady pro rozhodnutí stavebního úřadu. Řeší se zde vztahy k životnímu prostředí, zemědělskému půdnímu fondu, požárními předpisy, dále provozními a dopravními podmínkami. [17]

3. **Dokumentace pro stavební povolení**

Tato část zpravidla navazuje na dokumentaci pro územní rozhodnutí. Obsahuje konstrukční a prostorové řešení domu včetně materiálové specifikace stavby. Musí být v souladu s požadavky, týkající se zájmů a norem (hygienické, uživatelské, provozní, dopravní, energetické a protipožární). [17]

4. **Dokumentace pro provedení stavby**

Projektová dokumentace obsahuje detailněji zpracovanou dokumentaci pro stavební povolení. Obsahuje především technické řešení stavby, materiály, položkový rozpočet materiálů včetně výrobců. Dokumentace slouží pro stavební dozor, který následně kontroluje kvalitu a správnost stavebních prací. [17]

5. **Realizační dokumentace stavby**

Podklad pro realizaci stavby, zpracovává se pro konkrétního dodavatele stavby, podle jeho běžných řešení, technologie a zpracování. Tato dokumentace se nesmí zaměřovat s dokumentací pro provedení stavby, pouze doplňuje řešení o konkrétní detaily. [17]

6. **Dokumentace skutečného provedení**

Tato část dokumentace se zpracovává po dokončení stavby a předkládá se ke kolaudaci. Většinou obsahuje změny oproti dokumentaci ke stavebnímu povolení či ohlášení stavby. Dle zákona je vlastník objektu povinen tuto dokumentaci vlastnit. [17]

8.2 Obsah projektové dokumentace

- A. Průvodní zpráva
- B. Souhrnná technická zpráva
- C. Situační výkresy
- D. Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení
- E. Dokladová část

Každá projektová dokumentace musí obsahovat části A–E. Rozsahy musí odpovídat druhu a významu stavby, jejímu účelu a využití. Záleží také na technickém provedení stavby, jejím umístění a na vlivu životního prostředí. [11]

Části projektové dokumentace

- A. **Průvodní zpráva** – Obsahuje údaje o stavbě a osobě, která bude projekt stavět a zpracovateli projektové dokumentace. Průvodní zpráva má seznam vstupních dokladů a údaje o území a stavbě. V neposlední řadě obsahuje členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení. [11]
- B. **Souhrnná technická zpráva** – Tato zpráva zahrnuje požadavky na zpracování dodavatelské dokumentace stavby a plány bezpečnosti ochrany zdraví při práci na staveništi. Dále obsahuje podmínky realizace prací, organizaci staveniště a provádění prací na něm. Poslední bod se zabývá ochranou životního prostředí.
- C. **Situační výkresy** – Do této části patří situační výkres, celkový situační výkres a koordinační situační výkres. [11]
- D. **Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení** – Je to nejdůležitější dokumentace pro elektrickou část projektové dokumentace. Obsahuje řešení architektonicko-stavební, stavebně-konstrukční, požárně-bezpečnostní. Dále techniku prostředí stavby a dokumentaci technických a technologických zařízení. [11]
- E. **Dokladová část** – Jedná se o splnění požadavků dle jiných právních předpisů vydané správními orgány nebo příslušnými osobami, které zpracovaly dokumentaci. Dále obsahuje vytyčovací výkresy jednotlivých objektů. [11]

8.3 Technická zpráva

Technická zpráva má stejnou skladbu a členění jako část pro ohlášení stavby v projektové dokumentaci a žádosti o stavební povolení a oznámení stavby. Obsahuje příslušné údaje:

- a) Všechny údaje a případné odchylky oproti ověřené dokumentaci které jsou zpřesňující, doplňující a zdůvodňující.
- b) Upřesňují a zdůvodňují všechna technická, konstrukční a materiálová řešení.
- c) Popřípadě stanovuje zvláštní podmínky pro montáž a technologické postupy. [12]

8.3.1 Výkresová část

Obsahuje podrobné výkresy (detaily) pro dodavatele, závazné nebo tvarově složité prvky či konstrukce. Tyto informace se píší z důvodu zvláštních požadavků, které je nutno při provádění stavby respektovat. Doplnující výkresy obsahují legendy v nezbytném rozsahu a údaje, které nelze vyjádřit graficky. [12]

Výkresová část se zpracovává v přiměřeném měřítku (obvykle 1 : 50). [12]

8.3.2 Výpočty

Jsou zpracovány v potřebném rozsahu a kontrolovatelné formě. Výpočty jsou obsahem dokumentace a přikládají se jako doklady ve dvou vyhotoveních. [12]

8.4 Dokumentace stavby (objektů)

Tato část projektové dokumentace je pro výstavbu objektů, v tomto případě hlavního rozváděče budovy CEETe nejdůležitější. Obvykle se zpracovává pro jednotlivé objekty nebo provozní soubory samostatně v tomto členění: [12]

1. Pozemní (stavební) objekty
2. Inženýrské objekty
3. Provozní soubory stavby

Projektová dokumentace musí vždy obsahovat tyto části 1. – 3., rozdělené na jednotlivé položky. Rozsah musí odpovídat druhu a významu stavby, jejímu umístění, stavebně-technickému provedení a době trvání stavby. [12]

8.4.1 Pozemní stavební objekty

Do této části patří architektonické a stavebně-technické řešení, které zahrnuje technickou zprávu a výkresovou dokumentaci. Součástí výkresové dokumentace jsou dokumentace strojů a zařízení, které jsou součástí části stavby a obsahují také odkazy na pozice prvků vnitřního vybavení a výkresy výrobků, strojů a konstrukcí. [12]

9 Ekonomická analýza

Firma ABB s.r.o. i další firmy vyrábějící modulární rozváděče nízkého napětí střeží svá obchodní a firemní tajemství. Ceny takových systémů se mohou lišit v závislosti na tom, zda se jedná o soukromý projekt nebo projekt dotovaný evropskou unií pro průmysl nebo například do školního zařízení. Jelikož nelze tyto údaje o cenách skříní a dalších mechanických zařízení zjistit na internetu a zároveň nelze ceny produktů získat od samotných výrobců, lze alespoň přiblížit cenu za použité prvky a přístroje použité v rozváděči. Ceny přístrojů lze nalézt na českých internetových obchodech. Z tohoto důvodu jsou také pouze orientační, jelikož se jedná o komerční ceny uvedené s DPH a každý obchod nabízí cenu jinou. V této kapitole se porovnávají ceny přístrojů ABB s.r.o. se stejnými, nebo s co nejbližšími parametry přístrojů výrobců Siemens s.r.o., Eaton s.r.o. a Schneider Electric.

Vzduchové jističe

Tab. 13 - Cena vzduchových jističů ABB s.r.o.

Počet	Typ přístroje	Cena (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	E1.2N 1250 Ekip Hi-Touch LSIG 3p WMP	217 000,00	217 000,00
2	E1.2N 630 Ekip Touch LSI 3p WMP	125 000,00	250 000,00
Celková cena:			467 000,00

Modulární jističe

Tab. 14 - Cena modulárních jističů ABB s.r.o.

Počet	Typ přístroje	Cena (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	T5H 400 PR221 DS-LS/I	22 500,00	22 500,00
11	XT4H 250 Ekip LSIG 250	26 100,00	287 100,00
14	XT2H 160 Ekip LSIG 100	23 700,00	331 800,00
2	XT2H 160 Ekip TMA 80	13 200,00	26 400,00
4	XT2H 160 Ekip LSIG 25	23 500,00	94 000,00
Celková cena:			761 800,00

Stykače

Tab. 15 - Cena stykačů ABB s.r.o.

Počet	Typ přístroje	Cena (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	AF265	19 800,00	19 800,00
11	AF205	17 200,00	189 200,00
14	AF116	8 500,00	119 000,00
2	AF80	4 200,00	8 400,00
4	AF38	1 900,00	7 600,00
Celková cena:			344 000,00

Porovnání cen vzduchových a kompaktních jističů s výše uvedenými výrobci se bude zaměřovat především na jmenovité hodnoty proudu přístrojů. Vzduchové jističe jsou vybrány s ohledem na konstrukční typ, tedy vestavěné zařízení se zásuvnou technologií a kompaktní jističe v pevném provedení. Stykače jsou vybírány dle jmenovitého provozního proudu a výkonu a neobsahují bloky přidáných pomocných kontaktů. Všechny přístroje jsou v třípólovém provedení.

Tab. 16 - Cena jističů Siemens s.r.o.

Počet	Výrobce	Siemens s.r.o.		
	Jmenovitý proud jističe	Typ	Cena/ks (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	1250 A	3VA2712-2AF32-1AA0	127 000,00	127 000,00
2	630 A	3VA2780-2AF32-1AA0	98 850,00	197 700,00
1	320 A	3VA1332-6EF32-0AA0	17 200,00	17 200,00
11	250 A	3VA1325-6MH32-0AA0	16 500,00	181 500,00
14	100 A	3VA1110-6MH36-0AA0	7 100,00	99 400,00
2	80 A	3VA1180-6EF32-0AA0	6 500,00	13 000,00
4	25 A	3VA1125-6EF32-0AA0	5 800,00	23 200,00
Celková cena:				659 000,00

Tab. 17 - Cena jističů EATON s.r.o.

Počet	Výrobce	EATON s.r.o.		
	Jmenovitý proud jističe	Typ	Cena/ks (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	1250 A	IZMX40B3-P12W-1	192 000,00	192 000,00
2	630 A	IZMX16H3-P06W	150 100,00	300 200,00
1	320 A	NZMN3-A320-BT	22 250,00	22 250,00
11	250 A	NZMH2-VE250	20 000,00	220 000,00
14	100 A	NZMH1-A100	5 800,00	81 200,00
2	80 A	NZMN2-A80-BT-NA	6 500,00	13 000,00
4	25 A	NZMN2-A25-BT-NA	6 000,00	24 000,00
Celková cena:				852 650,00

Tab. 18 - Cena jističů Schneider Electric

Počet	Výrobce	Schneider Electric		
	Jmenovitý proud jističe	Typ	Cena/ks (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	1250 A	H1 NW12 3P	111 400,00	111 400,00
2	630 A	NT06 H2 3P	82 500,00	165 000,00
1	320 A	NSX320S TM 3P	30 900,00	30 900,00
11	250 A	NSX250H 3P	14 150,00	155 650,00
14	100 A	NSXm 70kA TM160D 3P	13 200,00	184 800,00
2	80 A	NSXm 70kA TM80D 3P	6 700,00	13 400,00
4	25 A	NSXm 70kA TM25D	5 100,00	20 400,00
Celková cena:				681 550,00

Tab. 19- Cena stykačů Siemens s.r.o.

Počet	Výrobce	Siemens s.r.o.		
	Jmenovitý provozní proud stykače	Typ přístroje	Cena (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	265 A	3RT1065-6AB36	18 800,00	18 800,00
11	205 A	3RT1264-6AP36	24 500,00	269 500,00
14	116 A	3RT1054-6AP36	7 700,00	107 800,00
2	80 A	3RT2038-3NP30	6 000,00	12 000,00
4	38 A	3RT2028-1NP30	3 400,00	13 600,00
Celková cena:				421 700,00

Tab. 20 - Cena stykačů EATON s.r.o.

Počet	Výrobce	EATON s.r.o.		
	Jmenovitý provozní proud stykače	Typ přístroje	Cena (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	265 A	DILM250/22	32 600,00	32 600,00
11	205 A	DILM225A/22	15 350,00	168 850,00
14	116 A	DILM115	6 000,00	84 000,00
2	80 A	DILM80	3 700,00	7 400,00
4	38 A	DILM38-01	1 600,00	6 400,00
Celková cena:				299 250,00

Tab. 21 - Cena stykačů Schneider Electric

Počet	Výrobce	Schneider Electric		
	Jmenovitý provozní proud stykače	Typ přístroje	Cena (Kč)	Cena celkem (Kč)
1	265 A	CR1F265M7	28 500,00	28 500,00
11	205 A	LC1F225Q7	15 710,00	172 810,00
14	116 A	LC1D115V7	8 300,00	116 200,00
2	80 A	LC1D80V7	5 700,00	11 400,00
4	38 A	LC1D38V7	2 500,00	10 000,00
Celková cena:				338 910,00

Tab. 22 - Celková cena přístrojů

Výrobce	Celková částka za použité přístroje (Kč)
Schneider Electric	1 070 460,00
Siemens s.r.o.	1 080 700,00
EATON s.r.o.	1 149 900,00
ABB s.r.o.	1 572 800,00

Z tabulek výše lze vidět, že nejlevnější použitelné jističe má firma Siemens s.r.o. s částkou 659 000 Kč. Přibližně o 3,5 % je dražší firma Schneider Electric s částkou 681 550 Kč. Firma EATON s.r.o. je oproti jističům Siemens dražší o 29,5 %. Firma ABB s.r.o. je pak ze všech uvedených firem nejdražší. Dle nalezených cen by hodnota oproti firmě Siemens s.r.o. byla o 86,5 % dražší, a to s celkovou cenou 1 228 800 Kč.

Stykače má dle uvedených cen nejlevnější firma EATON s.r.o. s cenou 299 250 Kč. O 13,25 % dražší stykače má firma Schneider Electric s cenou 338 910 Kč. Firma ABB s.r.o. nabízí své stykače za 344 000 Kč, které jsou o necelých 15 % dražší oproti firmě EATON s.r.o. Nejdraž vychází stykače Siemens s.r.o., oproti nejlevnějším stykačům jsou dražší o 41 %, cena za stykače je celkem 421 700 Kč.

Z Tab. 22 lze vidět, že nejlevnější materiál by se na internetu dal sehnat od firmy Schneider Electric s cenou 1 070 460 Kč. Přístroje od firmy Siemens s.r.o. s celkovou částkou 1 080 700 Kč jsou pouze o 1 % dražší oproti levnějším přístrojům Schneider Electric. Firma EATON s.r.o. nabízí své přístroje o 7,5 % draž oproti firmě Schneider Electric. Nejdražší přístroje má firma ABB s.r.o. s cenou 1 572 800 Kč, která je o 47 % dražší než přístroje firmy Schneider Electric.

Je důležité uvést že všechny ceny jsou převzaty z českého internetového obchodu Elftex, spol. s.r.o. a všechny částky jsou uvedeny s DPH a jedná se o komerční ceny. Všechny firmy ve většině případů nabízí své přístroje za levnější ceny dle smluvených podmínek. Tyto podmínky jsou obchodním tajemstvím mezi zřizovatelem projektu a firmou, která dodává zboží.

10 Závěr

Diplomová práce je zaměřená na návrh napájení průmyslových technologií pomocí modulárního rozváděče nízkého napětí firmy ABB s.r.o., typu MNS iS pro novou budovu CEETe, která bude součástí kampusu VŠB-TUO. Hlavním přínosem práce je ukázka možné realizace rozvodny pro nově vybudované výzkumné centrum.

První část práce je věnovaná výzkumnému centru CEETe, budova bude vystavěna na území Vysoké školy báňské mezi pavilonem IET a mateřskou školkou. Budova bude ukázkou moderních technologií, především zkoumání a využití zdrojů vodíků, jako bezemisního zdroje energie. Důležitým bodem této části je přivedení napájení budovy z veřejné sítě a popis napájení hlavního rozváděče v budově.

V teoretické části práce je podle normy ČSN EN 61439-1 uveden popis rozváděčů NN, jejich definice, základní parametry, charakteristiky, provozní podmínky a technické požadavky. V další části je ukázka jiných tuzemských výrobců modulárních níkonapěťových rozváděčů. Dále je představen modulární systém rozváděčů MNS iS z hlediska mechanického provedení, řešení systému přípojníc, přívodních a vývodních jednotek a provedení výsuvných modulů. Modulární rozváděče jsou hojně využívány v průmyslovém odvětví, kde převážně slouží pro řízení motorových jednotek a distribuci elektrické energie.

Praktická část se zabývá rozvodnou NN budovy CEETe, jejím obecným popisem a základními parametry hlavního rozváděče. Dále se tyto parametry specifikovaly dle blokového schématu napájení, kde bylo důležité určit velikost výsuvných modulů pro jednotlivé vývody pomocí výpočtu proudového zatížení. Každý výsuvný modul je schopen snést určité maximální proudové zatížení. Dále bylo úkolem vybrat správné přístroje tak, aby byly schopné přenést proudová zatížení a zároveň byly vhodné svou velikostí do výsuvných modulů. Všechny přístroje se vybíraly dle aktuálních produktových katalogů firmy ABB s.r.o. Výběr obsahuje nejmodernější produkty na trhu, které jsou špičkou mezi produkty pro distribuci energie. Zvolené jističe a stykače jsou schopny pracovat s velkými rozsahy proudů a také obsahují ochranné prvky, které jiní výrobci nenabízí. Dále se vybraly vhodné rozměry přívodních a vývodních polí. V programu AutoCAD se poté namodelovala 2D skříň hlavního rozváděče, do které se vhodně umístily jednotlivé výsuvné moduly a výsuvné vzduchové jističe.

Další část práce se zabývá projektovou dokumentací a její přípravě. Jsou zde popsány jednotlivé stupně a obsah projektové dokumentace. Pro budovu CEETe existuje v této chvíli jen projektová dokumentace, která obsahuje pouze stavební povolení, architektonické dispoziční řešení a stavebně technické řešení budovy.

Poslední část práce porovnává cenovou nabídku přístrojů firmy ABB s.r.o. s jinými výrobci. Přístroje jiných firem jsou vybrány v závislosti na parametrech komponentů pro hlavní rozváděč objektu. Důležitými parametry pro srovnání jističů byly jmenovité proudy a jmenovitý rozsah napětí. Stykače se vybíraly dle jmenovitého provozního proudu a jmenovitého výkonu.

Seznam použité literatury

- [1] Energetická platforma budoucnosti? - VŠB-TUO. [online]. [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <https://www.vsb.cz/cs/detail-novinky/?reportId=41013&linkBack=%2Fcs%2Fo-univerzite%2Fnovinky%2Faktuality%2Findex.html>
- [2] V kraji vzniká vodíkové údolí, na VŠB-TUO bude stát vodíkové centrum – VŠB-TUO. [online]. [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <https://www.vsb.cz/cs/detail-novinky/?reportId=40606&linkBack=%2Fcs%2Fo-univerzite%2Fnovinky%2Faktuality%2Findex.html>
- [3] ČSN EN 61439-1 ed. 2 (357107). Rozváděče nízkého napětí – Část 1: Všeobecná ustanovení. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [4] Elektrické charakteristiky rozváděčů - ElektroPrůmysl.cz. informace ze světa průmyslu a elektrotechniky - ElektroPrůmysl.cz [online]. [cit. 07.03.2021]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/elektricke-charakteristiky-rozvadecu>
- [5] ABB AUTOMATION PRODUCTS GMBH LADENBURG, GERMANY. MNS iS Motor Control Center: System Guide [online]. 2012 [cit. 2021-03-08]. 1TGC910001B0204.
- [6] Eaton xEnergy Main Catalogue. In: Www.eaton.com [online]. America: Eaton corporation, 2019 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.eaton.com/cz/cs-cz/catalog/low-voltage-power-distribution-controls-systems/xenergy-main.resources.html>
- [7] Catalogue Okken Master. In: www.Se.com [online]. France: Schneider Electric, 2019 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.se.com/cz/cs/product-range-download/1478-okken/?parent-subcategory-id=4010&filter=business-4-produkty-a-syst%C3%A9my-n%C3%ADzk%C3%A9ho-nap%C4%9Bt%C3%AD#/documents-tab>
- [8] SIVACON 8PV Power Distribution Board and Motor Control Center. In: Www.mall.industry.siemens.com [online]. Canada: Siemens, 2021 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ca/Catalog/Products/10011375?activeTab=ProductInformation&tree=CatalogTree>
- [9] Příklad výrobního štítku pro rozváděče. Eletro-shop.cz [online]. Nymburk, 2021 [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <https://www.elektro-shop.cz/tiskarny-stitku/tiskarny/brother-pt-d800w-tiskarna-car-kodu-textu-a-el-znacek-na-laminovanou-samolepici-pasku.html>
- [10] Projektová dokumentace. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Projektov%C3%A1_dokumentace

-
- [11] Co obsahuje projektová dokumentace? In: Www.mirascz.eu [online]. Praha: Miras stavitelství a sanace, 2021 [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <https://www.mirascz.eu/faq/co-obsahuje-projektova-dokumentace.htm>
- [12] Projektová dokumentace pro elektroinstalaci podle nového stavebního zákona. In: Www.elektro.tzb-info.cz [online]. Praha: tzb info, 2008 [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-elektrotechnika/4798-projektova-dokumentace-pro-elektroinstalaci-podle-noveho-stavebniho-zakona-i>
- [13] SCHNEIDER ELECTRIC. What is the difference between MCCBs and ACBs? And what is the difference between Compact NS and Masterpact NT/NW? [online]. [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.schneider-electric.ae/en/faqs/FA279636/>
- [14] SACE Emax 2 New low voltage air circuit-breakers. In: <https://new.abb.com/> [online katalog]. Bergamo: ABB, 2013 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://new.abb.com/low-voltage/cs/nizke-napeti/produkty/vykonove-jisteni/emax-2>
- [15] SACE Tmax XT Kompaktní jističe nízkého napětí. In: <https://new.abb.com/> [online katalog]. Bergamo: ABB, 2018 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://new.abb.com/low-voltage/cs/nizke-napeti/produkty/vykonove-jisteni/rada-tmax-xt>
- [16] Řízení a ochrana motoru: Stykače a nadproudová relé. In: <https://new.abb.com/> [online katalog]. Brno: ABB, 2021 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://new.abb.com/low-voltage/cs/nizke-napeti/produkty/rizeni-a-ochrana-motoru>
- [17] Stupně projektové dokumentace. In: <https://www.projekce-imc.cz/> [online]. Velké Meziříčí: IMC design & architecture, 2021 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.projekce-imc.cz/zajimavosti/17-projektova-dokumentace>
- [18] Elfetex, spol. s.r.o. *Elfetex* [online]. Plzeň: Elfetex, 2021 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.elfetex.cz/>
- [19] NeoGear low-voltage switchgear System Guide. In: <https://new.abb.com/> [online katalog]. Švýcarsko: ABB, 2020 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://new.abb.com/low-voltage/products/switchgear/mcc-and-iec-low-voltage-switchgear/neogear>
- [20] CHVÁLEK ATELIÉR s.r.o., Kafkova 1064/12, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava, Technická zpráva SO 01.1 Objekt CEETe, 10/2020
- [21] CHVÁLEK ATELIÉR s.r.o., Kafkova 1064/12, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava, Technická zpráva SO 01.62.2 Rozvodna NN, 10/2020

Seznam příloh:

Příloha A	Moduly a přístroje jednotlivých vývodů
Příloha B	Blokové schéma napájení
Příloha C	Jednopolové schéma rozvodny

Příloha A: Moduly a přístroje jednotlivých vývodů

Číslo vývodu	Velikost modulu	Jistič	Stykač
1	85E	E1.2N 1250 Ekip Hi-Touch LSI 3p WMP	-
2	16E	T5H 400 PR221DS-LS/I In=320	AF265
3	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
4	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
5	85E	E1.2N 630 Ekip Touch LSI 3p WMP	-
6	6E	XT2H 160 TMA 80	AF80
7	6E/2	XT2H 160 Ekip LSI 25	AF38
8	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
9	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
10	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
11	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
12	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
13	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
14	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
15	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
16	6E/2	XT2H 160 Ekip LSI 25	AF38
20	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
21	6E/2	XT2H 160 Ekip LSI 25	AF38
22	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
23	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
24	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
25	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
26	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
27	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
28	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
29	6E	XT2H 160 TMA 80	AF80
30	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
31	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
32	6E/2	XT2H 160 Ekip LSI 25	AF38
33	6E	XT2H 160 Ekip LSI 100	AF116
34	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
35	85E	E1.2N 630 Ekip Touch LSI 3p WMP	-
36	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
37	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205
38	16E	XT4H 250 Ekip LSI 250	AF205